Aus der Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. H.A. Kühn

Vergleichende Untersuchungen an einem selektierten Kollektiv Adipöser unter kohlenhydratreichen und kohlenhydratreduzierten Formuladiäten mit unterschiedlichem Fettsäuremuster

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Karl-Heinz Vornberger-Vogelhuber
aus Würzburg

Würzburg, den 26. November 1979

1980

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543521_0004

Aus der Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik
Würzburg

Direktor: Professor Dr.med. H.A. Kühn

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN AN EINEM SELEKTIERTEN KOLLEKTIV ADIPÖSER UNTER KOHLENHYDRATREICHEN UND KOHLENHYDRATREDUZIERTEN FORMULADIÄTEN MIT UNTERSCHIEDLICHEM FETTSÄUREMUSTER

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Karl-Heinz Vornberger-Vogelhuber
aus Würzburg

Würzburg, den 26. November 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Referent:	Priv.Doz. Dr.med. U. Rabast
Korreferent:	Professor Dr.med. H.A. Kühn
Dekan:	Professor Dr.med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Februar 1980

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen Eltern

gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
METHODIK	4
1. Beschreibung des Kollektives	4
a) Gesamtkollektiv	4
b) Teilkollektiv	4
2. Verabreichte Diäten	8
3. Behandlungsablauf	9
4. Laboruntersuchungen	9
5. Auswertung	12
ERGEBNISSE	13
1. Verhalten des Körpergewichtes	13
Vorperiode	13
Diätperiode	13
Körpergewicht unter stationärer Therapie	16
Gewichtsverhalten des Teilkollektives	18
2. Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzen	18
a) Gesamtkollektiv	18
Flüssigkeitsbilanzen	18
Elektrolytausscheidung	20
Harnsäureausscheidung	22
Ketonkörperausscheidung im Urin	27
b) Ergebnisse des Teilkollektives	27
Flüssigkeitsbilanzen	27
Elektrolytausscheidung	27
Harnsäureausscheidung im Urin	31
Ketonkörper im Urin	32
Stickstoffausscheidung im Urin	32
3. Gesamtkörperwasserbestimmung	34

Seite

4. O_2-CO_2-Messungen 36
Stickstoff-freier RQ 42
Energieumsatz 45
Ruhebedingungen 45
Postprandialer Energieumsatz 45

5. Freie Fettsäuren im Plasma (FFS) 45
Gesamtkollektiv 45
Teilkollektiv 48
Verhalten der einzelnen Fraktionen der freien Fettsäuren im Plasma 51

6. Weitere Laborparameter 51
Serumtriglyceride 53
Cholesterin im Serum 54
Serumharnsäure 55
Serumtransaminasen 56
Serumelektrophorese 57
Serumelektrolyte (Natrium und Kalium) 58
Blutdruckverhalten 59

DISKUSSION 61

ZUSAMMENFASSUNG 68

ANHANG 69

LITERATURVERZEICHNIS I - VI

EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

In der Literatur mitgeteilte Untersuchungen zur Frage der unterschiedlichen Gewichtsreduktion beim isokalorischen Austausch von Kohlenhydraten und Fett in einer Reduktionsdiät sind zahlreich (vgl. Tab. 1, Literatur bei 37, 38). Die Klärung der bislang als kontrovers zu betrachtenden Frage gelang erst in neueren Untersuchungen (26, 41). Zu kleine, bzw. heterogen zusammengesetzte Kollektive, wenig exakt definierte Diäten, die fehlende Anwendung von Formuladiäten, wenig extreme Nährstoffrelationen, zu kurze Behandlungszeiträume und zum Teil ambulante Behandlungsbedingungen sind als ursächlich für das Vorliegen diskrepanter Forschungsergebnisse zu betrachten (Lit. bei 37). Nach weitgehendem Ausmerzen methodischer Unzulänglichkeiten konnte die für die Adipositasbehandlung wichtige Frage geklärt werden, ob unter isokalorischen Diäten mit verschiedenen Nährstoffrelationen Unterschiede in der Gewichtsreduktion bei der Behandlung Adipöser auftreten (26, 38-41).

Da bislang vorliegende Untersuchungen überwiegend an unselektierten und somit heterogenen Kollektiven Adipöser durchgeführt wurden (1, 5, 6, 16, 17, 18, 21, 23, 32, 35, 36, 45, 60, 62, 64), sollte überprüft werden, ob die unterschiedliche Gewichtsreduktion auch dann eintritt, wenn die Behandlung an Kollektiven durchgeführt wird, die hinsichtlich Körperlänge, Körpergewicht und Geschlecht selektiert wurden.

Da in einigen Untersuchungen bevorzugt Fette mit mehrfach ungesättigten Fettsäuren verabreicht wurden (18, 19, 38-42), war es naheliegend, zu untersuchen, ob die unterschiedliche Gewichtsreduktion hierdurch bedingt ist oder unabhängig vom Fettsäuremuster des verabreichten Fettes ist. Langzeituntersuchungen zur Frage des unterschiedlichen Energieumsatzes unter Diäten mit extremen Nährstoffrelationen fehlen

Autor	Jahr	Anz. Pat.	Vergl. Unters.	Formula-diät
Lyon u. Dunlop	1932	8	ja	nein
Hanssen	1936	21	nein	nein
Andersen	1944	22	ja	nein
Pennington	1949	20	nein	nein
Cederquist et al.	1952	11	ja	nein
Kekwick u. Pawan	1956	14	ja	nein
Werner	1959	6	ja	nein
Fletcher et al.	1960	6	ja	nein
Olesen u. Quaade	1960	8	ja	nein
Pilkington et al.	1960	9	ja	nein
Yudkin u. Carey	1960	6	ja	nein
Leith	1961	48	nein	nein
Russel	1961	3	ja	?
Bloom et al.	1963	10	ja	?
Silverstone	1963	12	ja	nein
Kinsell et al.	1964	5	ja	ja
Benoit	1965	7	ja	nein
Knick u. Grebe	1965	13	nein	nein
Krehl et al.	1967	11	nein	nein
Bortz und	1967 1968	19	ja	ja
Buchenau et al.	1969	6	ja	nein
Schmidt et al.	1969	14	ja	nein
Hood et al.	1970	4	ja	nein
Kew	1970	65	ja	nein
Stock u. Yudkin	1970	11	nein	nein
Young et al.	1971	8	ja	nein
Kasper et al.	1973	25	ja	ja
Craddock	1974	79	nein	nein
Huth et al.	1974	22	ja	nein
Worthington	1974	20	ja	nein
Van Itallie et al.	1975	4	ja	ja
Joel et al.	1975	17	ja	nein
Yang et al.	1976	6	ja	ja
Rabast et al.	1976	117	ja	ja
Lewis et al.	1977	10	ja	ja
Schürch et al.	1977	9	(ja)	nein

Tabelle 1: Autoren, die sich für, bzw. gegen die Anwendung von kohlenhydratreduzierten Diäten zur Gewichtsreduktion aussprechen

bislang. Es sollte deshalb der O_2-Verbrauch und der Energieumsatz gemessen werden. Mit dem Anstieg von freien Fettsäuren gehen ein erhöhter O_2-Verbrauch und ein gesteigerter Energieumsatz einher (48-50). Nach i.v. Injektionen von Fettemulsionen wurde eine erhöhte O_2-Aufnahme beobachtet (14, 43). Es sollte untersucht werden, ob unter den isokalorischen Diäten ein unterschiedlicher Anstieg von freien Fettsäuren als Korrelat zu eventuellen Änderungen des Energieumsatzes erfolgt. An Hand von Bestimmungen der Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzen, sowie des Gesamtkörperwasserbestandes sollte überprüft werden, ob die unterschiedliche Gewichtsreduktion durch Verschiebungen im Wasser- und Elektrolythaushalt bedingt ist.

METHODIK

1. Beschreibung des Kollektives

a) Gesamtkollektiv

Die Untersuchungen wurden an 21 Adipösen (12 Männer, 9 Frauen) durchgeführt, die vor Versuchsbeginn als "matched pairs" selektiert und in 3 Gruppen aufgeteilt wurden. In jedem Kollektiv fand sich je ein Proband gleichen Geschlechtes, dessen Körperlänge (2,09 ± 0,55 %) und Körpergewicht (4,21 ± 0,75 %) maximal um 6 % von den Probanden der beiden anderen Gruppen abwich. Das mittlere Alter des Gesamtkollektives betrug 32,9 ± 2,6 Jahre (von 15 bis 54 Jahren), die Körperlänge 169,7 ± 1,5 cm (von 159 bis 183 cm), das Körpergewicht 107,2 ± 2,3 kg (von 93,3 bis 126,0 kg), das mittlere Übergewicht 62,3 ± 4,7 % Broca (von 29,9 bis 119,4 % Broca) (vgl. Tab. 2 und Tab. 3). Die Verteilung entsprechend dem Broca-Index ist aus der nachfolgenden Aufstellung ersichtlich:

Broca-Index	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	üb.100%
Diät 1 (n = 7)	0	3	2	1	1
Diät 2 (n = 7)	1	2	2	1	1
Diät 3 (n = 7)	0	3	3	1	0

b) Teilkollektiv

Da die Adipösen ausschließlich zur Gewichtsreduktion zugewiesen wurden, konnte nur Freiwilligen die rein wissenschaftlichen Fragestellungen dienende Untersuchung nach vollständiger Aufklärung in vollem Umfang zugemutet werden. Deshalb wurde zum Beispiel die Frage, ob Unterschiede im Energieumsatz ursächlich für die unterschiedliche Gewichtsreduktion sind, nur an einem Teilkollektiv untersucht. Die somatischen Daten der Teilkollektive sind aus Tab. 4 ersichtlich.

	n	mittl. Alter (Jahre)	mittl. Körper-gewicht (kg)	mittl. Körper-länge (cm)	mittl. Über-gewicht (kg)	mittl. Über-gewicht (% Broca)	mittl. Gew.-Abn. (kg)	mittl. Beh.-Dauer (Tage)	mittl. tägl. Gew.-Abn. (g/Tag)
Gesamt-kollektiv	21	32,9 ±2,6	109,1 ±2,3	169,7 ±1,5	42,2 ±2,3	65,3 ±4,9	11,1 ±0,5	28,0 ±0,0	396,3 ±18,6
Männer	12	32,5 ±3,7	110,9 ±3,2	173,9 ±1,6	37,0 ±2,3	50,0 ±3,1	11,8 ±0,7	28,0 ±0,0	424,4 ±26,2
Frauen	9	33,3 ±3,7	106,8 ±3,3	164,0 ±1,2	49,2 ±3,1	85,7 ±5,8	10,2 ±0,6	28,0 ±0,0	361,9 ±22,6

Tabelle 2: Somatische Daten und Therapieergebnisse des Gesamtkollektives, aufgeschlüsselt auch für Männer und Frauen

	n	mittl. Alter (Jahre)	mittl. Körper-gewicht (kg)	mittl. Körper-länge (cm)	mittl. Über-gewicht (kg)	mittl. Über-gewicht (% Broca)	mittl. Gew.-Abn. (kg)	mittl. Beh.-Dauer (Tage)	mittl. tägl. Gew.-Abn. (g/Tag)
Diät 1	7 4♂/3♀	33,7 ±3,9	108,8 ±4,6	168,7 ±2,6	42,8 ±4,3	66,9 ±8,8	9,5 ±0,7	28,0 ±0,0	338,3 ±25,9
Diät 2	7 4♂/3♀	30,7 ±4,4	109,3 ±3,2	170,1 ±2,7	41,9 ±4,7	65,4 ±11,0	11,4 ±0,7 +	28,0 ±0,0	407,1 ±25,1 +
Diät 3	7 4♂/3♀	34,1 ±5,6	109,3 ±4,6	170,1 ±2,8	41,9 ±3,4	63,7 ±6,6	12,5 ±0,9 ++	28,0 ±0,0	444,9 ±32,3 ++

Tabelle 3: Somatische Daten und Therapieergebnisse unter Diät 1, 2 und 3

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich
Diät 2: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red. (Maiskeimöl)
Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red. (Butterfett)

\+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1 / Diät 2
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1 / Diät 3

	n	mittl. Alter (Jahre)	mittl. Körper-gewicht (kg)	mittl. Körper-länge (cm)	mittl. Über-gewicht (kg)	mittl. Über-gewicht (% Broca)	mittl. Gew.-Abn. (kg)	mittl. Beh.-Dauer (Tage)	mittl. tägl. Gew.-Abn. (g/Tag)
Diät 1	4 2♂/2♀	31,5 ±6,2	106,6 ±5,2	167,3 ±3,1	42,4 ±4,1	67,8 ±9,1	9,7 ±0,9	28,0 ±0,0	345,5 ±32,0
Diät 2	4 2♂/2♀	35,8 ±3,2	111,2 ±3,2	171,0 ±3,1	43,6 ±5,9	66,6 ±12,6	11,9 ±0,3 +	28,0 ±0,0	424,1 ±10,5 +

Tabelle 4: Somatische Daten und Therapieergebnisse der Teilkollektive unter KH-reicher (Diät 1) und KH-reduzierter (Diät 2 u. 3) Diät

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1 / Diät 2 u. 3

2. Verabreichte Diäten

Je 7 Adipösen wurde eine 5,61 MJ (1340 Kcal) kohlenhydratreiche Diät 1 (225 g KH, 18 g Fett, 60 g EW) oder kohlenhydratreduzierte Diät 2 bzw. Diät 3 (40 g KH, 100 g Fett, 60 g EW) verabreicht. Die Kohlenhydrate lagen in der KH-reichen Diät zu 2 % als Monosaccharide, zu 55 % als Oligosaccharide und zu 43 % als Polysaccharide vor. Fett wurde in den KH-reduzierten Diäten als Maiskeimöl (Diät 2) oder als Butterfett (Diät 3) gegeben. Protein wurde als Milcheiweiß verabreicht. Der Natrium- und Kaliumgehalt war in allen Diäten identisch (vgl. Tab. 5). Die Konsistenz der Diäten war breiförmig, das Aussehen nahezu gleich. - Kalorienfreie Flüssigkeit (Tee, Kaffee, elektrolytarmes Mineralwasser) waren in beliebiger Menge erlaubt, wobei eine Tagestrinkmenge von 2,5 bis 3 Litern empfohlen wurde.

	Diät 1	Diät 2 Maiskeimöl	Diät 3 Butterfett
Kohlenhydrate (g)	225	40	40
Brennwert (Kcal bzw. (MJ))	923 (3,86	164 (0,69)	164 (0,69)
Fett (g)	18	100	100
Brennwert (Kcal bzw. (MJ))	167 (0,70)	930 (3,89)	930 (3,89)
Eiweiß (g)	60	60	60
Brennwert (Kcal bzw. (MJ))	246 (1,03)	246 (1,03)	246 (1,03)
Natrium (mg)	125,5	124,8	129,5
Kalium (mg)	334,3	324,1	343,0

Tabelle 5: Zusammensetzung der 3 verabreichten Diäten

3. Behandlungsablauf

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Probanden nach den Angaben in ihren Kalorienanamnesen über einen Zeitraum von 14,0 ± 0,7 Tagen (von 7 bis 23 Tagen) ernährt und aufgefordert, ihr Körpergewicht konstant zu halten. Die Patienten wurden täglich morgens nüchtern nach Entleerung der Blase gewogen. Während der Therapie mit den Formuladiäten wurden täglich ein Multivitamin- und ein Eisenpräparat verabreicht. An Wochentagen wurde ein eineinhalbstündiges gymnastisches Übungsprogramm durchgeführt.

4. Laboruntersuchungen

Es wurden täglich die Flüssigkeitsein- und -ausfuhr gemessen und die im Urin ausgeschiedenen Mengen an Natrium und Kalium bestimmt. Ferner wurde die Ketonkörperausscheidung im Urin (semiquantitativ mit "Acetest-Teststreifen") täglich kontrolliert.
Üblicherweise im Routinebetrieb wurden vor Behandlungsbeginn zweimalig, sowie während der Therapie in achttägigen Abständen folgende Laborparameter überprüft: Blutzucker, Harnsäure, Cholesterin, Triglyceride und Transaminasen im Serum.
An einem Teilkollektiv wurden nachfolgende Bestimmungen durchgeführt:

a) freie Fettsäuren (FFS) titrimetrisch nach Trout*)

b) Gesamtkörperwasserbestimmung
Vor Therapiebeginn und in 7- sowie 28-tägigem Abstand wurde bei insgesamt 15 Patienten eine Körperwasserbestimmung mittels D_2O in Anlehnung an eine von Schloerb und Friis-Hansen angegebene Methode (47) durchgeführt. Die Bestimmung in den Serumproben er-

---

*) Herrn Priv.Doz. Dr. Peter (Univ.Hautklinik) danken wir für die Bestimmung der freien Fettsäuren.

folgte nach einer neueren, von Moser (29) ausgearbeiteten Methode. In Anlehnung an frühere Untersuchungen wurde nach Entnahme eines Leerwertes den Probanden 50ml D_2O i.v. injiziert und nach 2, 3, 4 und 5 Stunden je 10 ml Blut entnommen, zentrifugiert und das Serum bis zur Bestimmung eingefroren. Die Destillation des Wassers erfolgte in Anlehnung an eine Methode von Turner (58). Die Genauigkeit der Meßmethode lag bei $\pm$ 0,23 %, die Genauigkeit der Gesamtmethode entsprach mit $\pm$ 2,7 % nahezu den Angaben in der Literatur (0,5 - 2 % (47, 56)).*)

c) Messung des O_2-Verbrauches und des Energieumsatzes

Ebenfalls an einem Teilkollektiv wurden jeweils zur gleichen Zeit (morgens 7 Uhr) nach 15-stündiger Nahrungskarenz die O_2-Aufnahme und die CO_2-Abgabe nüchtern und 1 1/2 Stunden postprandial jeweils über 45 Minuten gemessen. Am gleichen Tag wurde die Stickstoffausscheidung im 24-Stundenurin nach Kjeldahl bestimmt. Der Eiweißabbau wurde anhand der im 24-Stundenurin ausgeschiedenen Stickstoffmenge errechnet (11). Ferner wurde anhand der nachfolgend aufgeführten Formeln der stickstoff-freie RQ, sowie der Energieumsatz nach Angaben von Lusk, wie nachfolgend beschrieben, errechnet (Lit. bei 2, 22, 27):

Um den anteiligen Energieumsatz von Kohlenhydraten und Fett zu errechnen, muß zunächst der O_2-Verbrauch und die CO_2-Bildung des Eiweißumsatzes berücksichtigt werden. Die experimentell ermittelten Faktoren, mit denen die im Urin ausgeschiedene N-Menge multipliziert werden muß, betragen für O_2 5,39 und für CO_2 4,76, so daß sich bei einer N-Ausscheidung von A (g) pro Stunde folgende Werte ergeben:

$$5{,}93 \times A = O_2\text{-Verbrauch (l/h)}$$
$$4{,}76 \times A = CO_2\text{-Abgabe (l/h)}$$

---

*) Herrn Dr. W. Stichler (Institut für Radiohydrometrie der GFS München) danken wir für die Bestimmung der D_2O-Proben.

Daraus läßt sich der für Fett und Kohlenhydrate verbleibende RQ' (N-freier RQ) errechnen.

$$RQ' \text{ (N-frei)} = \frac{CO_2\text{-Abgabe/h} - (A \times 4{,}76)}{O_2\text{-Verbrauch/h} - (A \times 5{,}93)}$$

Unter Anwendung der nachfolgend aufgeführten Formeln läßt sich der prozentuale O_2-Verbrauch und die prozentuale Energieproduktion getrennt für Fett und Kohlenhydrate, sowie das kalorische Äquivalent der pro Liter verbrauchten O_2-Menge errechnen.

1) Durch Kohlenhydratoxydation bedingter prozentualer O_2-Verbrauch

$$= 100 \, \frac{RQ' - 0{,}707}{0{,}293}$$

2) Durch Fettoxydation bedingter prozentualer O_2-Verbrauch

$$= 100 \, \frac{1{,}00 - RQ'}{0{,}293}$$

3) Prozentualer Energieumsatz infolge Kohlenhydratoxydation

$$= \frac{504{,}7 \times (RQ' - 0{,}707)}{5{,}047 \times (RQ' - 0{,}707) + 4{,}686 \times (1{,}00 - RQ')}$$

4) Prozentualer Energieumsatz infolge Fettoxydation

$$= \frac{468{,}6 \times (1{,}00 - RQ')}{5{,}047 \times (RQ' - 0{,}707) + 4{,}686 \times (1{,}00 - RQ')}$$

5) Kalorisches Äquivalent pro verbrauchtem Liter O_2

$$= 4{,}686 + \frac{RQ' - 0{,}707}{0{,}293} \times 0{,}361$$

Durch Multiplikation des aus Gleichung 5 errechneten Wertes mit dem O_2-Verbrauch in Liter pro Stunde läßt sich der Energieumsatz für Fett und Kohlenhydrate in Kcal errechnen (= C). Der Energieanteil des Eiweißumsatzes beträgt bei einer Wärmebildung von 4,3 Kcal (17,8 KJ) pro Gramm Eiweiß:
A (g) x 6,25 x 4,3 Kcal (17,8 KJ) = B (Kcal) (MJ).
Durch Addition von B und C erhält man den Energieumsatz in Kcal bzw. MJ/Stunde.

Nach Errechnen der Körperoberfläche anhand der nachfolgend aufgeführten Formel kann der Energieumsatz pro m^2 Körperoberfläche berechnet werden.

$$O = G^{0,423} \times H^{0,725} \times 71,84$$

(O = Körperoberfläche in cm^2; H = Körperlänge in cm; G = Körpergewicht in kg)

5. Auswertung

Die Auswertung der Untersuchungen erfolgte mit dem Computer (System TR 440 Telefunken).*) Die Angabe der Mittelwerte erfolgt als $\bar{x} \pm$ SEM. Als Signifikanztests wurden der Studentsche t-Test, bei fehlender Normalverteilung der Zweistichprobentest nach Wilcoxon durchgeführt. Zwischen den wichtigsten Parametern wurde eine Rangkorrelation auf der Basis des Spearmanschen Korrelationskoeffizienten anhand der t-verteilten Testgröße $t = s\,(n-2)\,(1-s^2)$ die wechselseitige Abhängigkeit überprüft (10, 35, 59). Die Ergebnisse sind tabellarisch und/oder graphisch dargestellt.

---

*) Für die Mithilfe bei der Auswertung der Untersuchungen, sowie die Beratung bei den statistischen Berechnungen danken wir Frau Dr. I. Haubitz (Rechenzentrum der Universität Würzburg).

ERGEBNISSE

1. Verhalten des Körpergewichtes

Vorperiode

In der 14,0 ± 0,7 Tage dauernden Vorperiode, in der die Patienten aufgefordert waren, das Körpergewicht konstant zu halten, erfolgte eine mittlere Gewichtsabnahme von 2,0 ± 0,5 kg (von 0,2 bis 6,6 kg). Männer nahmen durchschnittlich 1,9 ± 0,8 kg (von 0,4 bis 6,6 kg), Frauen 2,1 ± 0,5 kg (von 0,2 bis 3,7 kg) ab.

Diätperiode

Die Reduktion des Körpergewichtes war nach 28 ± 0 Tagen unter allen Reduktionsdiäten statistisch hoch signifikant ($p < 0,001$), wobei die Abnahme unter Diät 1 mit 9,5 ± 0,7 kg signifikant geringer war als unter Diät 2 mit 11,4 ± 0,7 kg ($p < 0,05$) bzw. Diät 3 mit 12,5 ± 0,9 kg ($p < 0,01$). Unterschiede in der Reduktion des Körpergewichtes deuteten sich bereits nach 7-tägiger Therapiedauer an, wobei diese jedoch noch nicht statistisch zu sichern waren ($p < 0,1$). Die mittlere Abnahme pro Tag war unter Diät 1 mit 338,3 ± 25,9 g im Vergleich zu Diät 2 (407,1 ± 25,1 g) und Diät 3 (444,9 + 32,3 g) signifikant niedriger ($p < 0,05$). Statistisch signifikante Unterschiede in der Gewichtsreduktion fanden sich zwischen Diät 2 und 3 weder beim Vergleich der mittleren täglichen Gewichtsabnahme, noch bei der mittleren Gesamtreduktion des Körpergewichtes. Die Abnahme des Körpergewichtes unter den 3 Diäten in 7-tägigen Abständen ist aus Abb. 1 und Tab. 6 ersichtlich.

Die Unterschiede in der Reduktion des Körpergewichtes zwischen Männern (11,9 ± 0,5 kg) und Frauen (9,6 ± 0,6 kg) waren ebenfalls statistisch signifikant ($p < 0,05$). Die mittlere Gewichtsabnahme pro Tag betrug bei Männern 424,4 ± 26,2 g und bei Frauen 361,9 ± 22,6 g ($p < 0,05$).

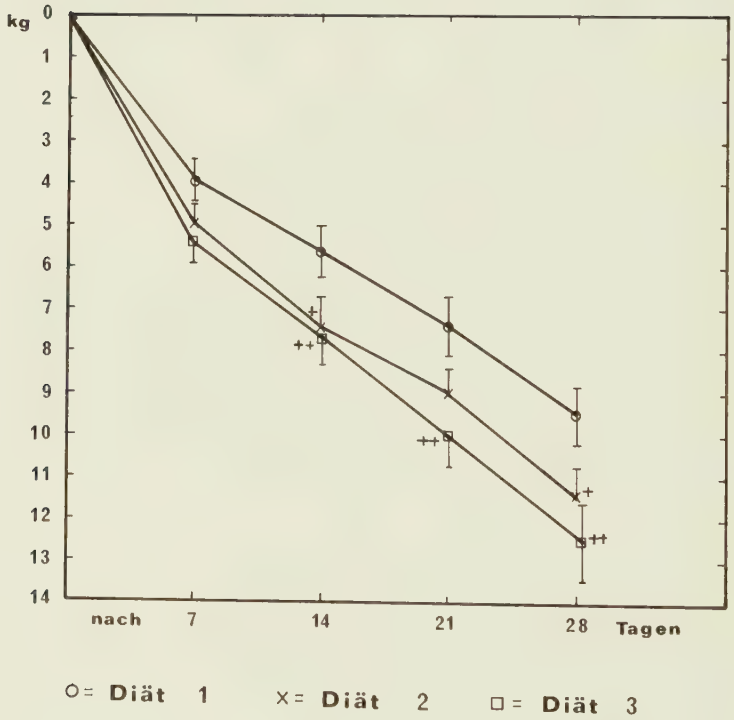


Abb. 1: Gewichtsabnahme (WL) in kg während der Diätphase unter den 3 Diätformen

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich

Diät 2: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red. (Maiskeimöl)

Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red. (Butterfett)

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1 / Diät 2

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1 / Diät 3

	n		1 - 7 Tage	1 - 14 Tage	1 - 21 Tage	1 - 28 Tage	mittlere Abnahme (g/Tag)
Diät 1	7	WL in kg	3,9 ± 0,5	5,6 ± 0,6	7,4 ± 0,7	9,5 ± 0,7	338,3 ± 25,9
Diät 2	7	WL in kg	5,0 ± 0,5	7,4 ± 0,7	9,0 ± 0,6	11,4 ± 0,7	407,1 ± 25,1
Signifikanz Diät 1/Diät 2		p <	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05
Diät 3	7	WL in kg	5,3 ± 0,5	7,7 ± 0,6	10,0 ± 0,7	12,5 ± 0,9	444,9 ± 32,3
Signifikanz Diät 1/Diät 3		p <	0,1	0,025	0,01	0,01	0,01

Tabelle 6: Gewichtsabnahme (WL) in 7-tägigen Abständen unter den 3 verschiedenen Diätformen

Körpergewicht unter stationärer Therapie

Das Initialgewicht des Gesamtkollektives betrug 109,1 ± 2,3 kg, das Gewicht nach der Vorperiode betrug 107,2 ± 2,3 kg, nach der 28-tägigen Diätperiode 96,0 ± 2,1 kg und zum Zeitpunkt der Entlassung 92,9 ± 2,0 kg. Unter kohlenhydratreicher Diät hatten die Patienten in der Vorperiode von 108,8 ± 4,6 kg auf 107,6 ± 4,6 kg abgenommen. Das Gewicht am Ende der diätetischen Therapie betrug 98,1 ± 4,4 kg, zum Zeitpunkt der Entlassung 93,0 ± 4,0 kg. Unter der Diät 2 nahmen die Patienten in der Vorperiode von 109,3 ± 3,2 kg auf 106,9 ± 3,1 kg, in der Diätperiode auf 95,5 ± 2,7 kg und bis zur Entlassung auf 93,7 ± 3,3 kg ab. Unter Diät 3 sank das Körpergewicht in der Vorperiode von 109,3 ± 4,6 kg auf 107,0 ± 4,6 kg, unter der Diätbehandlung auf 94,5 ± 4,0 kg und lag am Ende des stationären Aufenthaltes bei 91,8 ± 3,7 kg (vgl. Abb. 2 und Tab. 7).

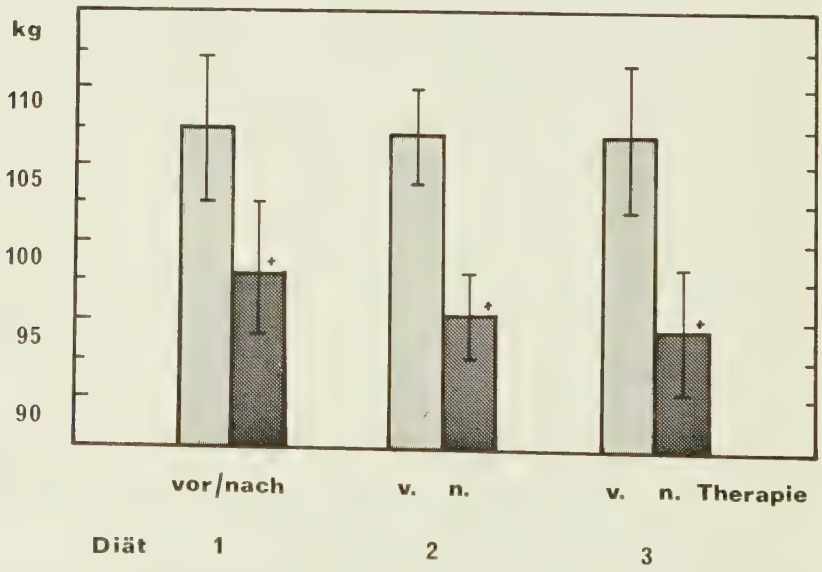


Abb. 2: Gewichtsverhalten vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

+ = $p < 0{,}05$ zwischen vor/nach Therapie

	n	Körpergewicht (kg) bei			
		Aufnahme	Diätbeginn	Diätende	Entlassung
Gesamt-kollektiv	21	109,1 ± 2,3	107,2 ± 2,3	96,0 ± 2,1	92,9 ± 2,0
Diät 1	7	108,8 ± 4,6	107,6 ± 4,6	98,1 ± 4,4	93,0 ± 4,0
Diät 2	7	109,3 ± 3,2	106,9 ± 3,1	95,5 ± 2,7	93,7 ± 3,3
Diät 3	7	109,3 ± 4,6	107,0 ± 4,6	94,5 ± 4,0	91,8 ± 3,7

Tabelle 7: Gewichtsverhalten während des stationären Aufenthaltes für das Gesamtkollektiv und die 3 Diätgruppen

Gewichtsverhalten des Teilkollektives
(Beschreibung s. S. 4; Tab. 4 S. 7)
Die Reduktion des Körpergewichtes im Teilkollektiv (n = 8) betrug nach 28 ± 0 Tagen unter Diät 1 9,6 ± 0,9 kg (n = 4), unter Diät 2 und 3 11,9 ± 0,3 kg (n = 4) ($p < 0,05$). Aufgrund der kleinen Fallzahlen ist die nach 2 bzw. 3 Wochen festgestellte Reduktion des Körpergewichtes trotz eines p-Wertes von <0,1 als signifikantes Ergebnis zu betrachten (54). Die mittlere Gewichtsabnahme pro Tag betrug unter Diät 1 345,5 ± 32,0 g, unter Diät 2 und 3 424,0 ± 11,0 g ($p < 0,05$).

2. Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzen

a) Gesamtkollektiv

Es ist bekannt, daß auch unter Nulldiätbedingungen erhebliche Schwankungen in der täglichen Flüssigkeits- und Elektrolytexkretion auftreten können (44). Entscheidend für die Aussage, ob Wasser- und Elektrolytverschiebungen als ursächlich für eine unterschiedliche Gewichtsreduktion anzusehen sind, ist nicht die tägliche Elektrolytbilanz, sondern die Menge an Elektrolyten, die über einen Gesamtzeitraum ausgeschieden wurde. Deshalb wurden bei den vorliegenden Untersuchungen die Bilanzen kumulativ für einzelne Abschnitte der Behandlung errechnet und miteinander verglichen.

Flüssigkeitsbilanzen
Die kumulative Flüssigkeitsein- und -ausfuhr, sowie die Bilanz ergaben über den Gesamtzeitraum der diätetischen Behandlung bei den KH-reich und KH-reduziert Behandelten unter keiner Diätform signifikante Unterschiede.
Die Trinkmenge betrug innerhalb der 28 Tage unter Diät 1 insgesamt 62,4 ± 3,6 l, unter Diät 2 55,8 ± 8,4 l und unter Diät 3 55,9 ± 4,4 l (n.s.). Die als Urin ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge betrug unter Diät 1 40,8 ± 5,4 l, unter Diät 2 38,5 ± 7,9 l und unter Diät 3

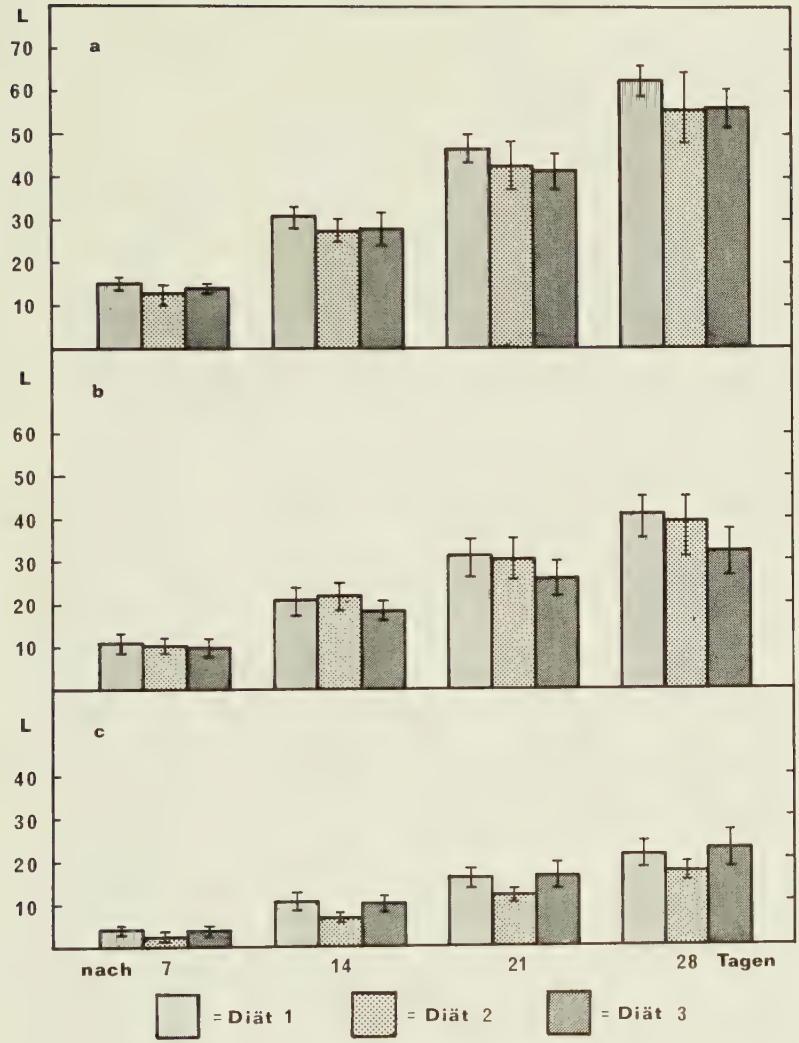


Abb. 3 a - c: Kumulative Flüssigkeitsbilanz
a: Flüssigkeitseinfuhr
b: Flüssigkeitsausfuhr
c: Differenz Einfuhr - Ausfuhr

32,6 ± 5,4 l (n.s.). Die Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr betrug unter Diät 1 21,5 ± 2,9 l, unter Diät 2 17,3 ± 1,7 l und unter Diät 3 23,4 ± 4,3 l (n.s.)
Die Korrelation zwischen Ein- und Ausfuhr war bei Überprüfung an den 28 Einzeltagen statistisch signifikant (r zwischen 0,43 und 0,85). Eine Korrelation zwischen der mit dem Urin ausgeschiedenen Flüssigkeitsmenge bzw. der Bilanz und der jeweiligen Gewichtsreduktion ergab sich dagegen nicht. Die kumulativen Flüssigkeitsmengen und -bilanzen sind aus Abb. 3 bzw. Tab. 8 ersichtlich. Unterschiede zwischen Männern und Frauen fanden sich, abgesehen von der bei den Männern höheren Flüssigkeitseinfuhr (vgl. Tab. 8), nicht.

Elektrolytausscheidung

Natrium

Die kumulativ errechnete Natriumausscheidung im Urin war bis zum 7. Tag unter der KH-reichen Diät 1 mit 114,0 ± 10,0 mVal signifikant niedriger als unter den KH-reduzierten Diäten (Diät 2 223,5 + 30,5 mVal, Diät 3 198,8 ± 38,1 mVal; $p < 0,05$). Bis zur 2. Woche lag die Natriumausscheidung unter beiden kohlenhydratreduzierten Diäten höher als unter der kohlenhydratreichen Diät. In der 3. Woche fand sich nur noch unter Diät 2 eine höhere Natriumausscheidung als unter Diät 1, wobei die Unterschiede statistisch nicht signifikant waren. Bis zur 4. Woche wurde unter Diät 1 mit insgesamt 548,3 ± 47,4 mVal mehr ausgeschieden als unter Diät 2 (480,2 ± 63,5 mVal; n.s.) und unter Diät 3 mit 407,8 ± 39,3 mVal ($p < 0,05$) (vgl. Tab. 9, Abb. 4).

Kalium

Die kumulativ errechnete Kaliumausfuhr lag unter Diät 2 bis zum 21. Tag und unter Diät 3 bis zum 14. Tag signifikant höher als unter Diät 1 ($p < 0,025$). Auch am 28. Tag fanden sich unter den KH-reduzierten Diäten höhere Werte, wobei die Unterschiede statistisch jedoch nicht signifi-

	Tage	n	Diät 1	n	Diät 2	n	Diät 3	n	Männer	n	Frauen
Einfuhr (1)	1 - 7	7	15,52 ± 0,99	7	13,15 ± 2,08	7	14,30 ± 1,24	12	15,03 ± 1,17	9	13,39 ± 1,24
	1-14	7	31,40 ± 1,75	7	28,10 ± 4,03	7	28,12 ± 2,36	12	30,72 ± 2,26	9	27,20 ± 2,23
	1-21	7	46,70 ± 3,06	7	42,43 ± 5,48	7	41,88 ± 3,53	12	45,41 ± 3,30	9	41,36 ± 3,24
	1-28	7	62,35 ± 3,62	7	55,84 ± 8,38	7	55,90 ± 4,36	12	59,13 ± 4,81	9	56,93 ± 3,88
Ausfuhr (1)	1 - 7	7	10,95 ± 1,78	7	10,62 ± 2,03	7	10,06 ± 1,50	12	10,74 ± 1,49	9	10,29 ± 1,23
	1-14	7	20,46 ± 3,16	7	21,25 ± 3,47	7	17,86 ± 2,77	12	20,21 ± 2,48	9	19,39 ± 2,57
	1-21	7	31,07 ± 4,49	7	30,63 ± 5,14	7	26,05 ± 4,21	12	30,10 ± 3,54	9	28,30 ± 3,97
	1-28	7	40,83 ± 5,36	7	38,54 ± 7,91	7	32,55 ± 5,42	12	37,65 ± 4,88	9	36,76 ± 5,21
Einfuhr - Ausfuhr (1)	1 - 7	7	4,56 ± 1,18	7	2,52 ± 0,68	7	4,24 ± 0,94	12	4,29 ± 0,87	9	3,10 ± 0,60
	1-14	7	10,94 ± 1,99	7	6,85 ± 1,07	7	10,26 ± 2,13	12	10,51 ± 1,45	9	7,80 ± 1,48
	1-21	7	15,63 ± 2,28	7	11,80 ± 1,37	7	15,83 ± 3,02	12	15,35 ± 1,57	9	13,23 ± 2,37
	1-28	7	21,51 ± 2,94	7	17,30 ± 1,67	7	23,35 ± 4,34	12	21,48 ± 1,74	9	20,17 ± 3,77

Tabelle 8: Kumulative Flüssigkeitsbilanzen unter den 3 Diätformen, auch aufgeschlüsselt für Männer und Frauen

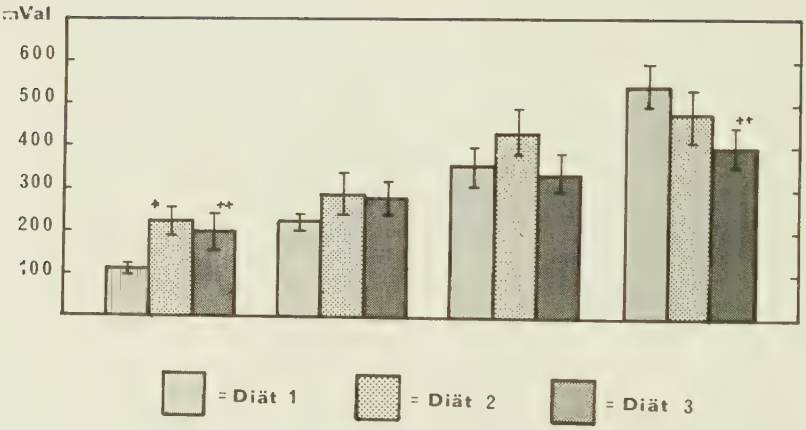


Abb. 4: Kumulative Natriumausscheidung unter den 3 verschiedenen Diätformen

\+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

kant waren (vgl. Abb. 5, Tab. 9)

Harnsäureausscheidung

Die kumulativ errechnete Harnsäureausscheidung war unter der kohlenhydratreichen Diät 1 vom 15. bis zum 28. Tag signifikant höher als unter Diät 2. Unter Diät 3 lag die Harnsäureausscheidung vom 1. bis zum 28. Tag signifikant niedriger als unter Diät 2. Bei Serumharnsäurewerten über 9 mg% war eine uricostatische Behandlung eingeleitet worden, so daß eine Aussage über die unterschiedliche Harnsäureausscheidung unter den einzelnen Diäten unter den hier vorliegenden Bedingungen nicht möglich ist. Nach 7 Tagen waren unter Diät 1 3 Patienten, unter Diät 2 5 Patienten und unter Diät 3 4 Patienten uricostatisch behandelt worden. Insgesamt wurde bei 3 Patienten unter Diät 1,

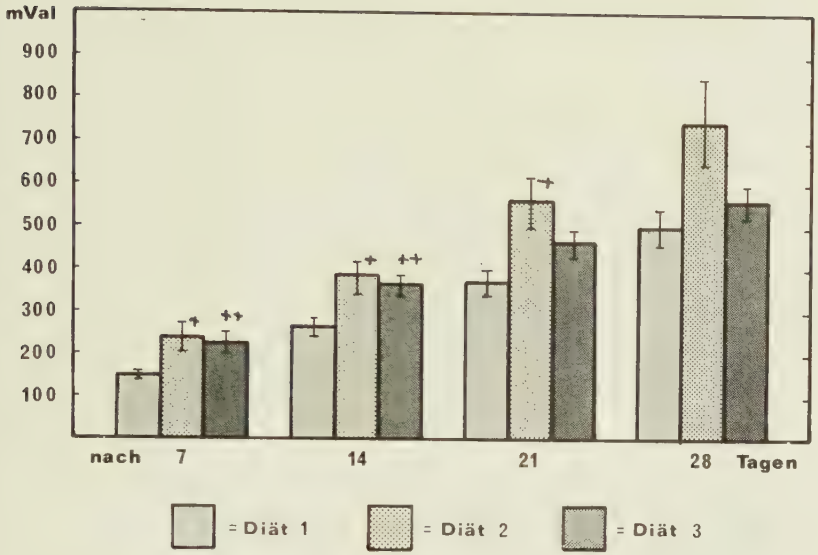


Abb. 5: Kumulative Kaliumausscheidung unter den 3 verschiedenen Diätformen

\+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

bei 7 Patienten unter Diät 2 und bei 7 Patienten unter Diät 3 eine uricostatische Behandlung durchgeführt. Bei 8 Patienten war zunächst der Versuch einer uricosurischen Therapie mit Benzbromaron gemacht worden. Unter den kohlenhydratreduzierten Diäten tolerierten nur 2 Patienten diese Therapie. Bei 3 Patienten traten heftiges Erbrechen, bei 2 Patienten Schmerzen in den Nierenlagern und bei 4 Patienten deutliche Anstiege der Serumharnstoffkonzentration von 11,0 $\pm$ 0,6 auf 13,3 $\pm$ 1,6 ($p < 0,05$), sowie der Serumkreatininkonzentration von 0,88 $\pm$ 0,07 bis 1,38 $\pm$ 0,28 ($p < 0,05$) auf (vgl. Abb. 6, Tab. 9).

		Diät 1 (n = 7)	Diät 2 (n = 7)	Diät 3 (n = 7)
Natrium (mVal)	1 - 7 Tage	114,0 ± 10,0	223,5 ± 30,5	198,8 ± 38,1 ++
	1-14 Tage	223,7 ± 19,4	292,1 ± 49,6	280,1 ± 37,2
	1-21 Tage	355,8 ± 44,4	435,1 ± 56,8	341,6 ± 39,4
	1-28 Tage	548,3 ± 47,4	480,2 ± 63,5	407,8 ± 39,3 ++
Kalium (mVal)	1 - 7 Tage	150,9 ± 12,0	244,0 ± 34,9 +	223,7 ± 17,2 ++
	1-14 Tage	261,7 ± 18,4	384,1 ± 44,5 +	366,8 ± 22,0 ++
	1-21 Tage	374,7 ± 32,6	558,4 ± 65,7 +	462,5 ± 29,3
	1-28 Tage	501,9 ± 43,0	742,9 ± 98,9	560,6 ± 35,5
Harnsäure (mg)	1 - 7 Tage	377,1 ± 71,8	255,1 ± 18,2	348,0 ± 10,3 +++
	1-14 Tage	644,7 ± 90,3	491,8 ± 62,6 +	702,7 ± 21,6 +++
	1-21 Tage	954,6 ± 86,8	627,6 ± 62,6 +	1043,2 ± 35,3 +++
	1-28 Tage	1308,3 ± 99,3	787,9 ± 76,6 +	1203,5 ± 40,5 +++

Tabelle 9: Kumulative Elektrolytausscheidung unter den 3 Diätformen

\+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

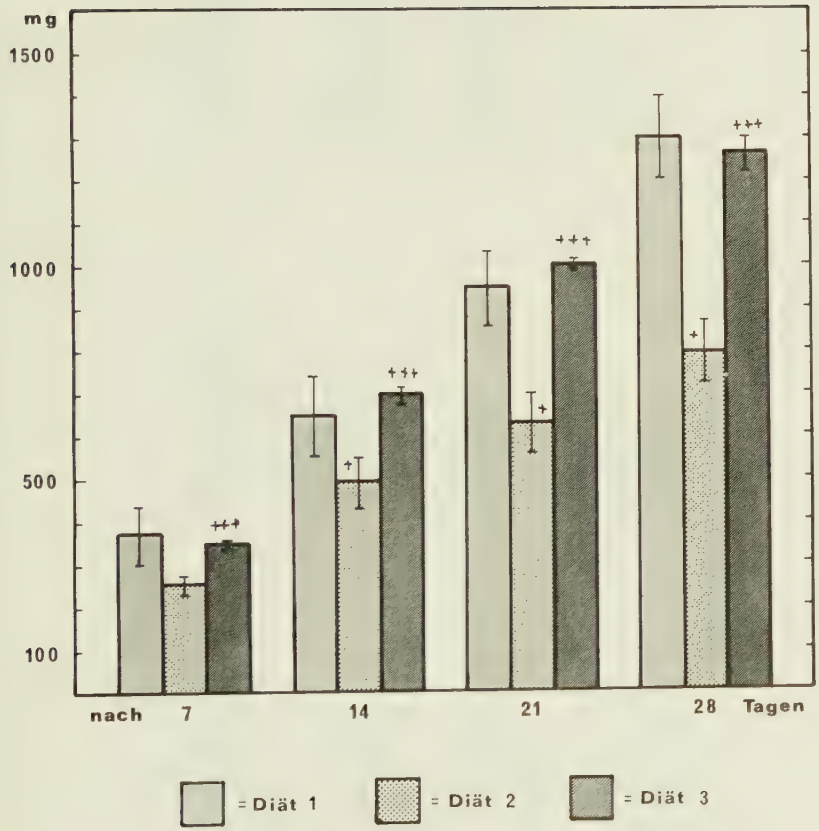


Abb. 6: Kumulative Harnsäureausscheidung unter den 3 verschiedenen Diätformen

\+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2

+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

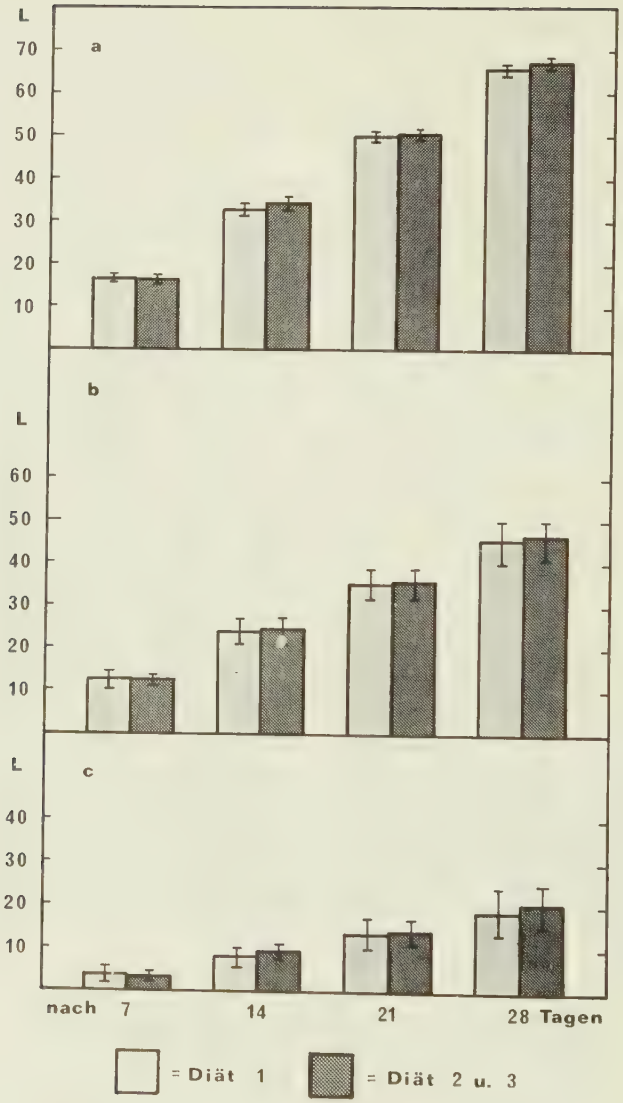


Abb. 7 a - c : Kumulative Flüssigkeitsbilanz (Teilkollektiv)
a: Flüssigkeitseinfuhr
b: Flüssigkeitsausfuhr
c: Differenz Einfuhr - Ausfuhr

Ketonkörperausscheidung im Urin

Unter Diät 2 und Diät 3 trat nach spätestens 2 bis 3 Tagen eine mäßige bis starke Ketonkörperausscheidung im Urin auf, welche unter Diät 1 fehlte.

b) Ergebnisse des Teilkollektives

Flüssigkeitsbilanzen

Die Ergebnisse des Teilkollektives entsprechen denen des Gesamtkollektives. Signifikante Unterschiede ließen sich bei der Flüssigkeitsein- und -ausfuhr sowie bei den Bilanzen nicht feststellen (vgl. Abb. 7, Tab. 10).

Elektrolytausscheidung

Natrium

Die Natriumausfuhr lag unter Diät 1 mit 117,3 $\pm$ 15,2 mVal in den ersten 7 Tagen tiefer als unter der kohlenhydratreduzierten Diät (Diät 2 und 3: 184,5 $\pm$ 39,4 mVal), während nach 28 Tagen die Natriumausfuhr unter Diät 1 526,8 $\pm$ 85,5 mVal und unter Diät 2 und 3 nur 374,1 $\pm$ 72,0 mVal betrug ($p < 0,1$) (vgl. Abb. 8, Tab. 11).

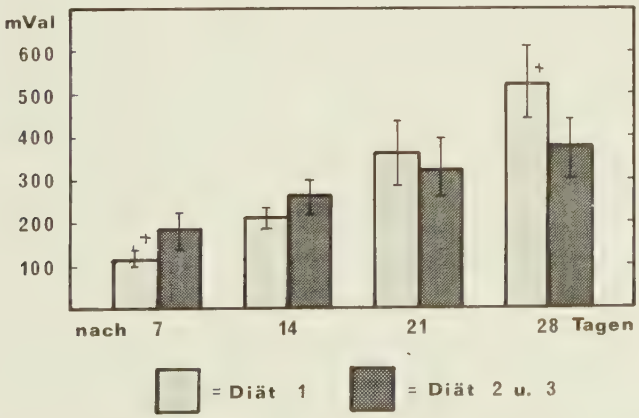


Abb. 8: Kumulative Natriumausscheidung im Teilkollektiv
+ = $p < 0,1$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

		n	1 - 7 Tage	1 - 14 Tage	1 - 21 Tage	1 - 28 Tage
Einfuhr (l)	Diät 1	4	16,33 ± 0,71	32,40 ± 0,85	49,25 ± 0,64	65,66 ± 0,69
	Diät 2 + Diät 3	4	16,01 ± 0,98	33,88 ± 1,73	50,61 ± 1,22	67,12 ± 0,93
Ausfuhr (l)	Diät 1	4	12,22 ± 2,14	24,04 ± 2,48	35,27 ± 3,56	45,79 ± 4,80
	Diät 2 + Diät 3	4	12,39 ± 0,89	24,31 ± 2,32	35,85 ± 3,06	46,12 ± 4,48
Einfuhr - Ausfuhr (l)	Diät 1	4	4,11 ± 1,86	8,35 ± 2,13	13,97 ± 3,62	19,87 ± 5,07
	Diät 2 + Diät 3	4	3,61 ± 0,70	9,57 ± 1,65	14,76 ± 2,81	21,01 ± 4,48

Tabelle 10: Kumulative Flüssigkeitsbilanz für das Teilkollektiv

		n	1 - 7 Tage	1 - 14 Tage	1 - 21 Tage	1 - 28 Tage
Natrium (mVal)	Diät 1	4	117,3 ± 15,2	208,8 ± 20,9	359,5 ± 81,2	526,8 ± 85,5
	Diät 2 + Diät 3	4	184,5 ± 39,4 +	258,9 ± 46,2	326,1 ± 67,1	374,1 ± 72,0 +
Kalium (mVal)	Diät 1	4	153,7 ± 17,4	270,6 ± 18,0	411,7 ± 38,1	545,8 ± 55,8
	Diät 2 + Diät 3	4	212,4 ± 26,7	375,9 ± 55,2	510,7 ± 83,1	651,4 ± 104,2
Harn-säure (mg)	Diät 1	4	265,5 ± 45,4	501,2 ± 56,9	846,3 ± 88,2	1202,6 ± 111,4
	Diät 2 + Diät 3	4	275,2 ± 46,4	493,7 ± 90,6	686,6 ± 143,9	876,3 ± 163,3

Tabelle 11: Kumulative Elektrolytbilanz für das Teilkollektiv
+ = $p < 0,1$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

K a l i u m

Die Kaliumausfuhr betrug nach 28 Tagen unter Diät 1 545,8 ± 55,8 mVal, unter Diät 2 und 3 651,4 ± 104,2 mVal (n.s.) (vgl. Abb. 9, Tab. 11).

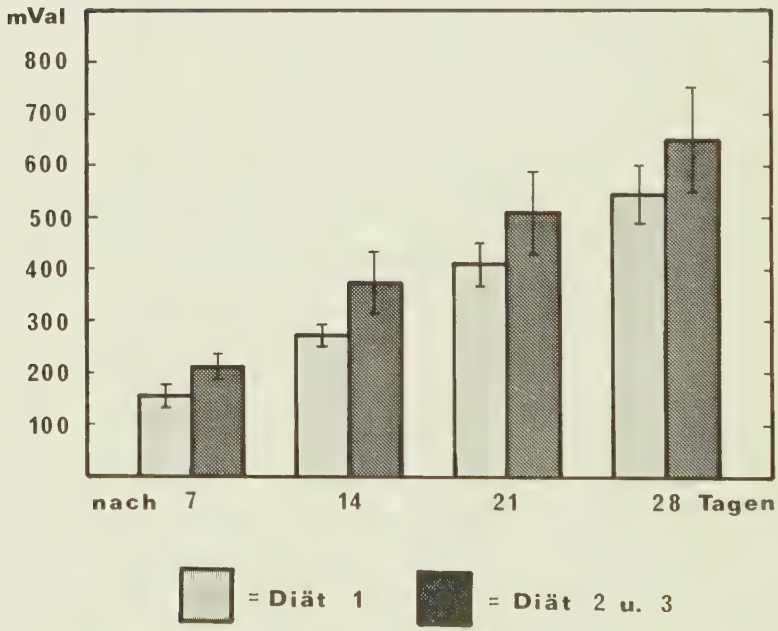


Abb. 9: Kumulative Kaliumausscheidung im Teilkollektiv

Harnsäureausscheidung im Urin

Die Ausscheidung der Harnsäure im Urin war über den Gesamtzeitraum unter Diät 1 mit 1202,6 ± 111,4 mg höher als unter Diät 2 und 3 mit 876,3 ± 163,3 mg (n.s.) (vgl. Abb. 10, Tab. 11).

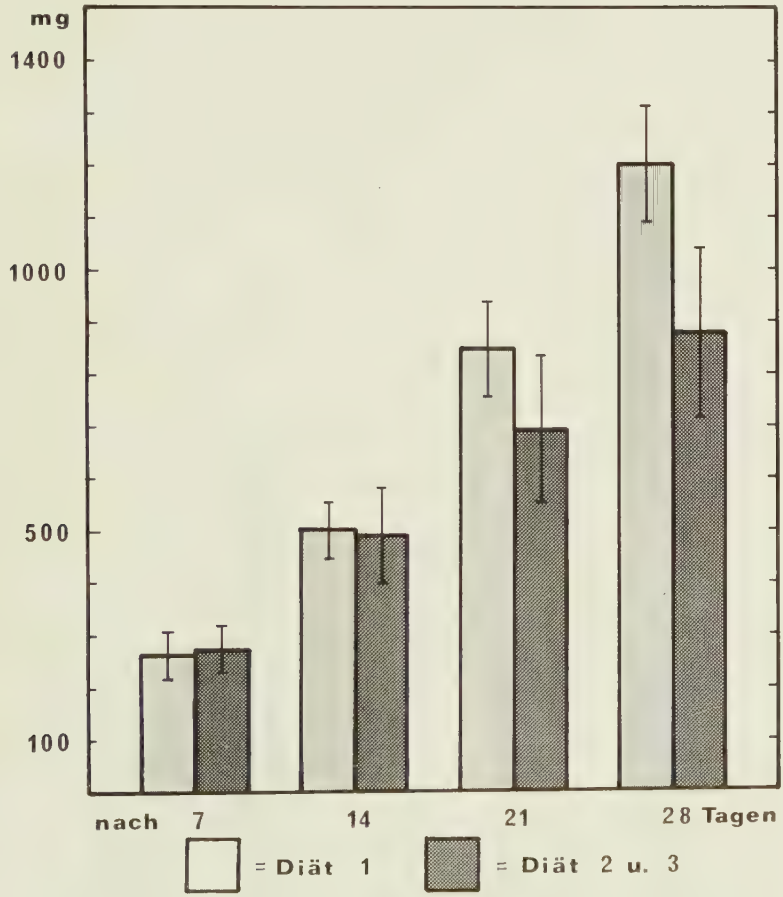


Abb. 10: Kumulative Harnsäureausscheidung im Teilkollektiv

Ketonkörper im Urin

Die Befunde entsprachen den Ergebnissen des Gesamtkollektives. Unter kohlenhydratreduzierten Diäten trat eine Ketonurie auf, die unter kohlenhydratreichen Diäten fehlte.

Stickstoffausscheidung im Urin

Die in 8-tägigen Abständen vorgenommene Messung der Stickstoffausscheidung im 24-Stundenurin lag unter den kohlenhydratreduzierten Diäten 2 und 3 nach 7, 14 und 21 Tagen signifikant höher als unter Diät 1 ($p < 0,05$). Nach 28 Tagen fanden sich keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen beiden Diätformen (vgl. Abb. 11, Tab. 12).

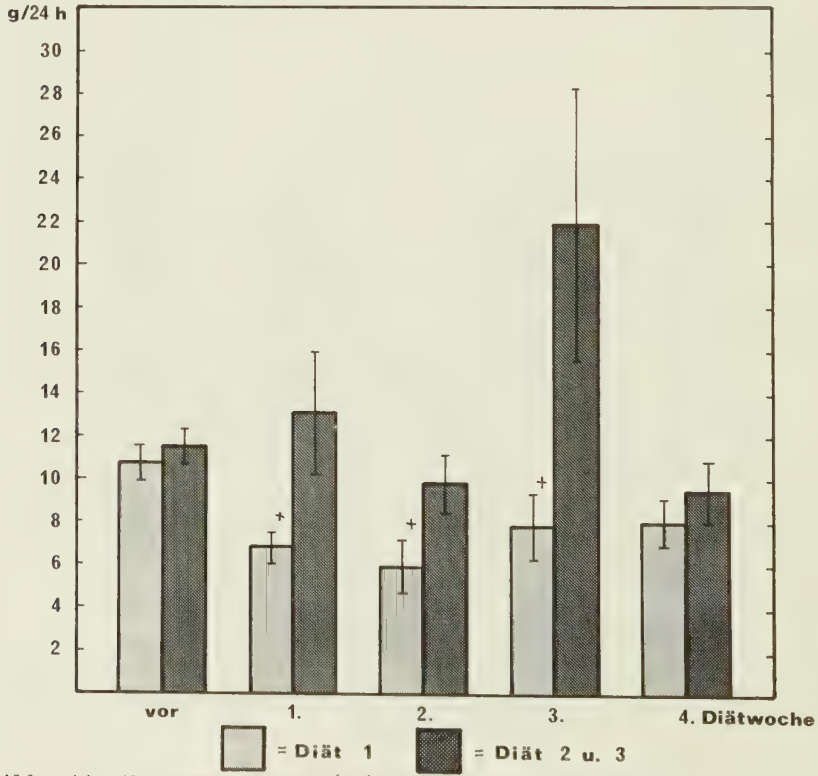


Abb. 11: N-Ausscheidung (g/24 h) im Urin für das Teilkollektiv
+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

N-Ausscheidung (g/24 h) im Urin

	n	vor Diät	1. Diät-woche	2. Diät-woche	3. Diät-woche	4. Diät-woche
Diät 1	4	10,7 ± 0,8	6,8 ± 0,7	5,9 ± 1,2	7,8 ± 1,5	8,0 ± 1,1
Diät 2/3	4	11,5 ± 0,8	13,1 ± 2,8 +	9,8 ± 1,3 +	21,9 ± 6,3 +	9,5 ± 1,4

Tabelle 12: N-Ausscheidung (g/24 h) im Urin für das Teilkollektiv
Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich
Diät 2
+ Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red.
+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

3. Gesamtkörperwasserbestimmung

Die an einem Teilkollektiv (n = 15, 7 Männer, 8 Frauen) durchgeführten Körperwasserbestimmungen ergaben zwischen den einzelnen Diäten keine signifikanten Unterschiede. Es kam unter allen Diäten nach 7 und 28 Tagen zu einer Abnahme des Gesamtkörperwassers, während der prozentuale Anteil des H_2O vom Körpergewicht im wesentlichen unverändert blieb. Unter Diät 1 (n = 6, 3 Männer, 3 Frauen) sank das Körperwasser von 48,5 ± 2,4 l auf 44,8 ± 2,3 l, unter Diät 2 (n = 5, 2 Männer, 3 Frauen) sank das Körperwasser von 47,6 ± 2,9 l auf 41,8 ± 2,0 l und unter Diät 3 (n = 4, 2 Männer, 2 Frauen) sank das Körperwasser von 48,6 ± 2,9 l auf 47,1 ± 4,5 l ab (vgl. Abb. 12, Tab. 13).

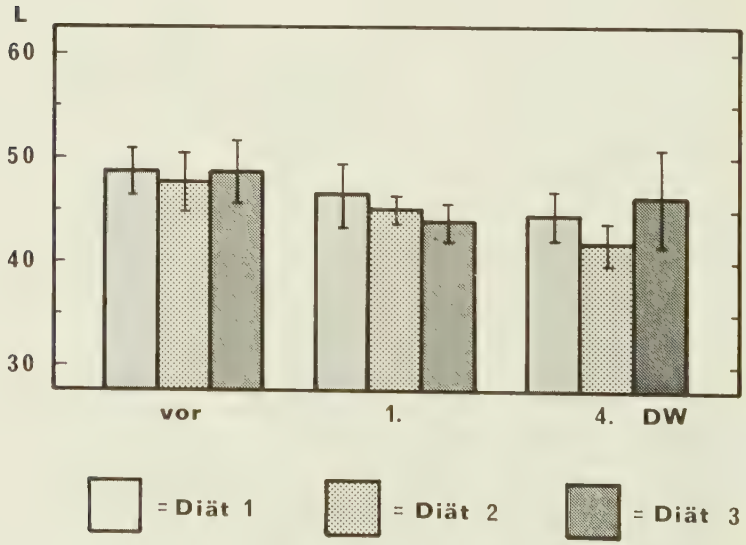


Abb. 12: Körperwasser (l) für die 3 Diätformen

		n	vor Diät	1. Diätwoche	4. Diätwoche
KW (l)	Diät 1	$\overset{6}{3\sigma/3\varphi}$	48,52 ± 2,35	46,72 ± 2,92	44,76 ± 2,26
	Diät 2	$\overset{5}{2\sigma/3\varphi}$	47,56 ± 2,86	44,93 ± 1,28	41,76 ± 1,98
	Diät 3	$\overset{4}{2\sigma/2\varphi}$	48,59 ± 2,93	43,81 ± 1,78	47,12 ± 4,53
KW in % des KG	Diät 1	$\overset{6}{3\sigma/3\varphi}$	46,34 ± 2,81	45,01 ± 3,39	46,68 ± 2,46
	Diät 2	$\overset{5}{2\sigma/3\varphi}$	45,85 ± 2,91	45,45 ± 2,17	44,86 ± 2,48
	Diät 3	$\overset{4}{2\sigma/2\varphi}$	44,49 ± 1,96	42,27 ± 2,54	46,03 ± 1,83

Tabelle 13: Körperwasser (KW), bzw. prozentualer Anteil des Körperwassers am Körpergewicht (KG) unter den 3 verschiedenen Diätformen

Die Schwankungsbreite der gemessenen Werte wich aufgrund der zur Bestimmung und der Aufarbeitung der Seren gewählten, sehr aufwendigen Methodik zum Teil erheblich ab, so daß die Aussagekraft dieser Ergebnisse beträchtlich eingeschränkt ist.

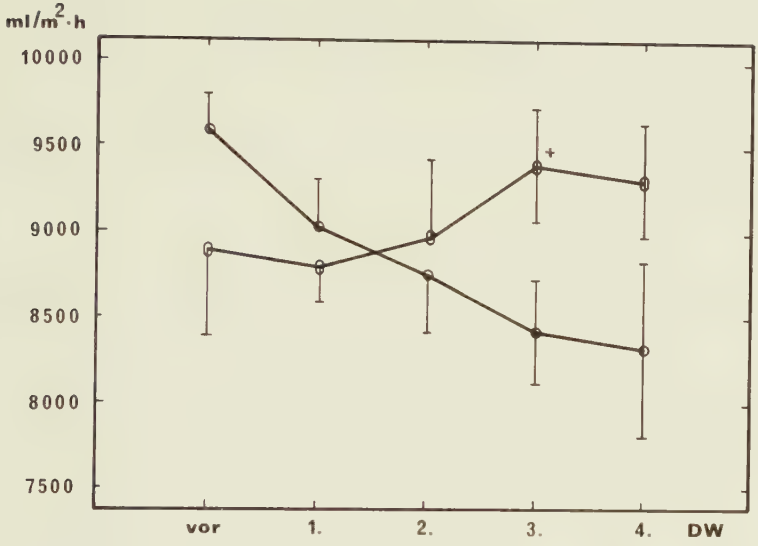
4. O_2-CO_2-Messungen

Bei dem zur O_2-CO_2-Messung ausgewählten Kollektiv (vgl. Tab. 14 und Tab. 15) waren vor Untersuchungsbeginn Kalorienanamnesen erhoben worden. Hiernach fand sich, daß die mittlere Energiezufuhr der Patienten unter Diät 1 vor Therapiebeginn bei 4201 $\pm$ 329 Kcal (17,59 $\pm$ 1,38 MJ) und unter Diät 2 und 3 bei 4137 $\pm$ 442 Kcal (17,32 $\pm$ 1,85 MJ) gelegen hatte (n.s.). Der O_2-Verbrauch vor Beginn der diätetischen Behandlung unterschied sich unter Diät 1 bzw. Diät 2 und 3 bei Berechnung in ml O_2/m^2 Körperoberfläche und Stunde nicht signifikant. Unter der kohlenhydratreichen Diät 1 trat bis zur 4. Woche ein kontinuierlicher Abfall des O_2-Verbrauches unter Nüchternbedingungen ein. Unter Diät 2 und 3 kam es unter gleichen Bedingungen, nach einem initialen Abfall, in der 3. und 4. Woche zu einem signifikanten Anstieg des O_2-Verbrauches ($p < 0,05$ in der 3. Woche und $p < 0,1$ in der 4. Woche) (vgl. Abb. 13, Tab. 16 und Tab. 17).

Auch die postprandialen Werte sanken unter Diät 1 kontinuierlich ab. Aufgrund des zur Messung gewählten Zeitraumes (1 1/2 Stunden postprandial) ließ sich unter Diät 1 kein postprandialer Anstieg des O_2-Verbrauches mehr feststellen. Die unter den kohlenhydratarmen Diäten zum gleichen Zeitpunkt in der 3. und 4. Woche gemessenen Werte unterschieden sich signifikant von den Werten unter Diät 1 ($p < 0,05$, bzw. $p < 0,01$) (vgl. Abb. 14, Tab. 16).

CO_2-Produktion

Die CO_2-Produktion war zu keinem Zeitpunkt der Untersuchungen zwischen kohlenhydratreichen und kohlenhydratreduzier-



o= Diät 1 0= Diät 2 u. 3

Abb. 13: Sauerstoffverbrauch (ml O_2/m^2 Körperoberfläche u. Stunde) unter Nüchternbedingungen unter Diät 1 und Diät 2 und 3

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich

Diät 2
+ Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red.

+ = $p < 0{,}05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

ten Diäten signifikant unterschiedlich (vgl. Tab. 18), hierbei muß jedoch berücksichtigt werden, daß Bedingungen einer Reduktionsdiät vorlagen und auch unter einer "kohlenhydratreichen" Diät mit 1340 Kcal (5,61 MJ) die Fettverbrennung des Organismus im Vordergrund steht.

	Alter (Jahre)	Anfangs-gewicht (kg)	Körper-länge (cm)	Über-gewicht (kg)	Über-gewicht (% Broca)	Gew.-Abn. (kg)	Beh.-dauer (Tage)	Gew.-Abn. (g/Tag)
E.E. ♀	26	140,0	163	47,3	83,4	9,6	28	342,85
E.B. ♀	24	97,3	161	42,4	77,2	8,8	28	314,28
N.H. ♂	50	103,7	173	30,7	42,1	8,1	28	289,28
R.D. ♂	26	121,3	172	49,3	68,5	12,2	28	435,71
Mittel-werte $\bar{x}$	31,5	106,6	167,25	42,35	67,8	9,7	28	345,53
$\pm$ SEM	6,2	5,2	3,1	4,1	9,1	0,9	0	31,99

Tabelle 14: Somatische Daten und Therapieergebnisse des mit Diät 1 behandelten Teilkollektives

	Alter (Jahre)	Anfangs-gewicht (kg)	Körper-länge (cm)	Über-gewicht (kg)	Über-gewicht (% Broca)	Gew.-Abn. (kg)	Beh.-dauer (Tage)	Gew.-Abn. (g/Tag)
K.H. ^{x} ♀	28	103	163	48,3	85,2	11,3	28	403,57
G.C. ^{y} ♀	41	119,2	169	57,4	91,9	12,3	28	439,28
K.A. ^{x} ♂	41	107,0	176	31,0	40,8	11,4	28	407,14
S.O. ^{y} ♂	33	113,5	176	37,5	49,3	12,5	28	446,43
Mittel-werte $\bar{x}$	35,8	111,2	171	43,6	66,6	11,9 +	28	424,11 +
± SEM	3,2	3,2	3,1	5,9	12,6	0,3	0	10,5

Tabelle 13: Somatische Daten und Therapieergebnisse des mit Diät 2 (x) und Diät 3 (y) behandelten Teilkollektivs

+ = $p < 0,05$ zu Diät 1

	n	O_2-Verbrauch ml/m^2 h nüchtern	O_2-Verbrauch ml/m^2 h postprandial
Vor Diät			
Diät 1	4	9.596,1 ± 190,5	10.380,0 ± 259,8
Diät 2 + 3	4	8.991,8 ± 493,2	10.390,0 ± 781,7
1. Diätwoche			
Diät 1	4	9.032,8 ± 273,6	9.116,0 ± 133,8
Diät 2 + 3	4	8.883,7 ± 208,3	9.834,2 ± 541,3
2. Diätwoche			
Diät 1	4	8.743,0 ± 323,5	8.788,0 ± 70,5
Diät 2 + 3	4	8.979,3 ± 456,8	9.601,5 ± 484,5
3. Diätwoche			
Diät 1	4	8.423,4 ± 307,5	8.368,4 ± 324,1
Diät 2 + 3	4	9.394,0 ± 334,4 +	9.736,0 ± 546,3 +
4. Diätwoche			
Diät 1	4	8.335,8 ± 511,6	8.324,2 ± 371,3
Diät 2 + 3	4	9.305,8 ± 328,7 o	10.047,0 ± 367,7 +

Tabelle 16: O_2-Verbrauch (ml/m^2 Körperoberfläche u. Stunde) nüchtern und postprandial unter Diät 1 sowie Diät 2 und 3

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3
o = $p < 0,1$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

		Diät	WL (kg) Tage 1 - 7	1-14	1-21	1-28	O_2-Verbrauch ($ml/m^2 \cdot h$) vor Diätbeginn	nach 7 Tagen	nach 14 Tagen	nach 21 Tagen	nach 28 Tagen
E.E.	♀	1	4,3	6,2	8,7	9,6	9.591,7	9.574,1	8.641,3	8.239,5	8.016,9
E.B.	♀	1	3,9	4,9	6,8	8,8	10.091,1	8.313,3	8.003,9	7.774,4	7.417,8
N.H.	♂	1	3,7	5,2	7,6	8,1	9.163,7	8.932,4	8.747,8	8.431,9	8.108,2
R.D.	♂	1	5,6	8,6	9,5	12,2	9.537,8	9.311,6	9.579,1	9.247,8	9.800,4
$\bar{x} \pm$ SEM			4,2 ±0,8	5,9 ±1,0	7,9 ±0,8	9,7 ±0,9	9.596,1 ± 190,5	9.032,8 ± 273,6	8.743,4 ± 323,5	8.423,4 ± 307,5	8.335,8 ± 511,6
K.H.	♀	2	4,1	6,6	8,5	11,3	8.446,7	8.873,8	8.967,9	9.547,2	9.528,5
G.C.	♀	3	5,4	8,2	10,6	12,3	8.525,4	8.421,6	8.377,8	8.647,0	8.341,7
K.A.	♂	2	3,5	6,6	9,2	11,4	8.524,7	8.806,7	8.297,1	9.150,4	9.822,8
S.O.	♂	3	4,9	7,5	10,5	12,5	10.470,3	9.432,5	10.274,2	10.231,2	9.530,1
$\bar{x} \pm$ SEM			4,9 ±0,2	7,5 ±0,5	9,9 ±0,5	11,9 ±0,3 +	8.991,8 ± 493,2	8.883,7 ± 208,3	8.979,3 ± 456,8	9.394,0 ± 334,4 +	9.303,8 ± 328,7 o

Tabelle 17: Gewichtsreduktion (WL) und O_2-Verbrauch nüchtern ($ml/m^2 \cdot h$) unter Diät 1, sowie Diät 2 und 3 unter Berücksichtigung der einzelnen Probanden

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3
o = p 0,01 zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

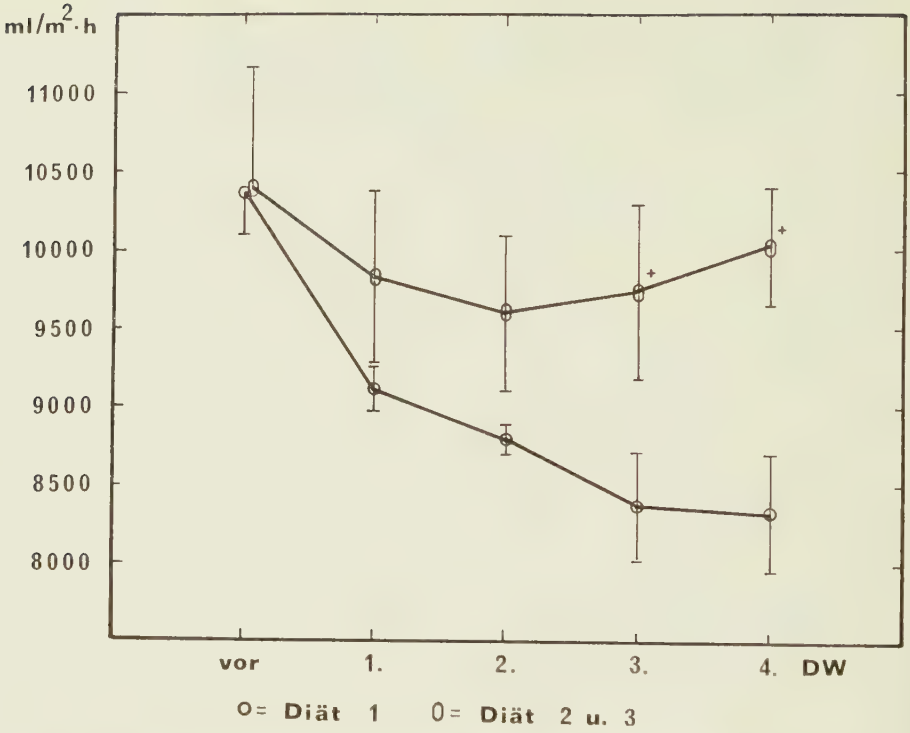


Abb. 14: Sauerstoffverbrauch (ml O_2/m^2 Körperoberfläche und Stunde) unter Postprandialbedingungen unter Diät 1, sowie Diät 2 und 3

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich

Diät 2
+ Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red.

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

Stickstoff-freier RQ

Der stickstoff-freie RQ war unter der kohlenhydratreduzierten Diät in der 3. und 4. Diätwoche unter Nüchternbedingungen niedriger als unter der kohlenhydratreichen Diät. Die postprandialen RQ-Werte dagegen zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Diätformen (vgl. Tab. 19).

		n	CO_2 - Produktion in ml/h vor Diät-beginn	1. Diätwoche	2. Diätwoche	3. Diätwoche	4. Diätwoche
nü	Diät 1	4	14.987 ± 586,7	13.517 ± 637,4	12.810 ± 913,3	12.250 ± 973,6	11.819 ± 974,0
	Diät 2 + 3	4	14.688 ±1574,2	13.758 ± 452,4	13.523 ± 665,6	13.466 ± 442,6	12.863 ± 347,0
pp	Diät 1	4	16.970 ± 651,2	14.086 ± 478,7	13.329 ± 437,9	12.365 ± 832,8	11.990 ± 875,5
	Diät 2 + 3	4	18.612 ±1439,4	15.620 ±1180,8	15.021 ± 785,6	15.260 ± 692,6	14.560 ± 405,3

Tabelle 18: CO_2-Produktion (ml/h) nüchtern bzw. postprandial unter Diät 1, bzw. Diät 2 und 3

			Stickstoff-freier RQ				
		n	vor Diät-beginn	1. Diätwoche	2. Diätwoche	3. Diätwoche	4. Diätwoche
nü	Diät 1	4	0,692 ± 0,016	0,670 ± 0,006	0,665 ± 0,011	0,661 ± 0,014	0,651 ± 0,019
	Diät 2 + 3	4	0,692 ± 0,061	0,669 ± 0,023	0,663 ± 0,017	0,600 ± 0,022 +	0,620 ± 0,016 +
pp	Diät 1	4	0,729 ± 0,011	0,697 ± 0,030	0,696 ± 0,013	0,675 ± 0,014	0,663 ± 0,017
	Diät 2 + 3	4	0,781 ± 0,034	0,693 ± 0,025	0,695 ± 0,020	0,689 ± 0,031	0,658 ± 0,032

Tabelle 19: Stickstoff-freier RQ unter Nüchtern- bzw. Postprandialbedingungen unter Diät 1, sowie Diät 2 und 3

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich

Diät 2
+ Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red.

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

Energieumsatz (in Kcal/m^2 Körperoberfläche)

Ruhebedingungen

Der Energieumsatz unter Ruhebedingungen, ausgedrückt in Kcal/m^2 Körperoberfläche, zeigte unter der diätetischen Therapie mit kohlenhydratreicher Diät analog den O_2-Messungen einen kontinuierlichen Abfall, während unter der kohlenhydratreduzierten Diät ab der 2. bis zur 4. Woche ein Anstieg des Energieumsatzes festzustellen war. Die Unterschiede erwiesen sich jedoch als nicht signifikant, wobei die p-Werte der 3. und 4. Woche mit $p < 0,1$ aufgrund der kleinen Stichprobenzahl als signifikant angesehen werden können (vgl. Abb. 15, Tab. 20).

Postprandialer Energieumsatz

Das Verhalten der gemessenen Werte entsprach weitgehend denen bei Nüchternbedingungen, wobei unter der kohlenhydratreichen Diät erneut ein kontinuierlicher Abfall des Energieumsatzes bis zur 4. Woche erfolgte, während die Werte unter kohlenhydratreduzierter Diät nicht signifikant abfielen und in der 3. und 4. Diätwoche signifikant über den Werten unter Diät 1 lagen ($p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$). Der unter kohlenhydratreicher Diät gemessene Abfall des Energieumsatzes war unter Diät 1 bereits in der 1. Woche signifikant, während unter den kohlenhydratreduzierten Diäten, abgesehen von der 2. Diätwoche, keine signifikanten Unterschiede im Absinken des Energieumsatzes zu finden waren (vgl. Abb. 16).

5. Freie Fettsäuren im Plasma (FFS)

Gesamtkollektiv

Bei insgesamt 18 Untersuchten wurden die freien Fettsäuren im Plasma bestimmt. Unter Diät 1 fanden sich nach einem initialen Anstieg der FFS in der 1. Diätwoche in den darauffolgenden Wochen signifikant niedrigere Werte. Unter Diät 2 und 3 dagegen blieb der Anstieg der FFS bis zur 4. Diätwoche bestehen und lag von der 2. bis zur 4. Woche signifikant über den Werten unter KH-reicher Diät ($p < 0,005$) (vgl. Abb. 17, Tab. 21).

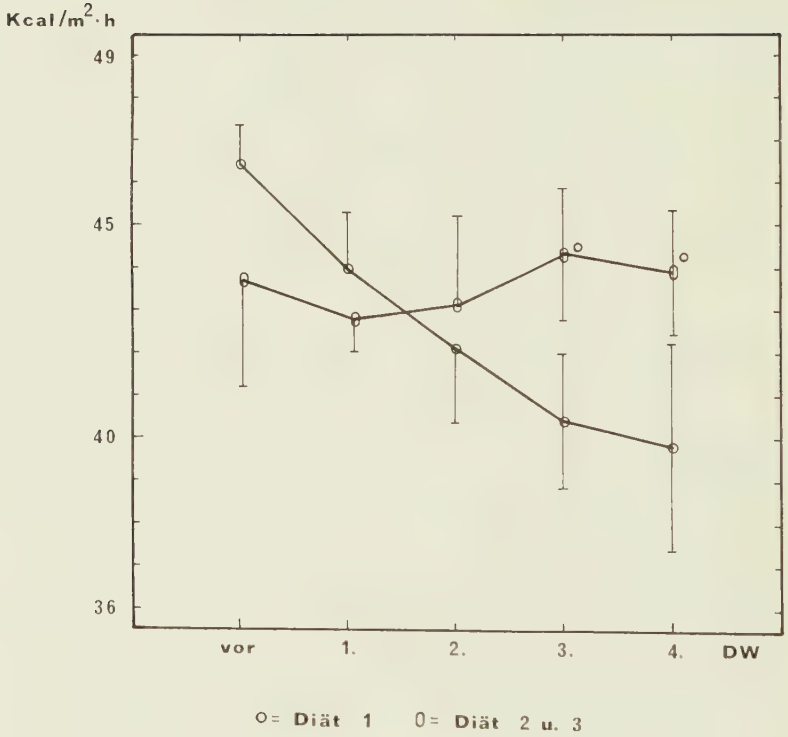


Abb. 15: Energieumsatz (Kcal/m^2 Körperoberfläche u. Stunde) unter Nüchternbedingungen unter Diät 1, sowie Diät 2 und 3

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich

Diät 2
+ Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red.

o = $p < 0,1$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

		n	Energieumsatz (Kcal/m² KOF·h) vor Diätbeginn	1. Diätwoche	2. Diätwoche	3. Diätwoche	4. Diätwoche
nü	Diät 1	4	46,41 ± 0,90	43,97 ± 1,31	42,07 ± 1,67	40,43 ± 1,56	39,81 ± 2,36
	Diät 2 + 3	4	43,68 ± 2,52	42,84 ± 0,77	43,14 ± 2,05	44,31 ± 1,49 °	43,90 ± 1,42 °
pp	Diät 1	4	50,72 ± 1,31	44,67 ± 0,83	42,57 ± 0,32	40,28 ± 1,51	39,87 ± 1,72
	Diät 2 + 3	4	51,47 ± 3,75	47,56 ± 2,42	46,43 ± 2,20	46,71 ± 2,65 +	47,84 ± 1,30 +

Tabelle 20: Energieumsatz (Kcal/m² Körperoberfläche u. Stunde) unter Nüchtern- und Postprandialbedingungen unter Diät 1, sowie Diät 2 und 3

° = $p < 0,1$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

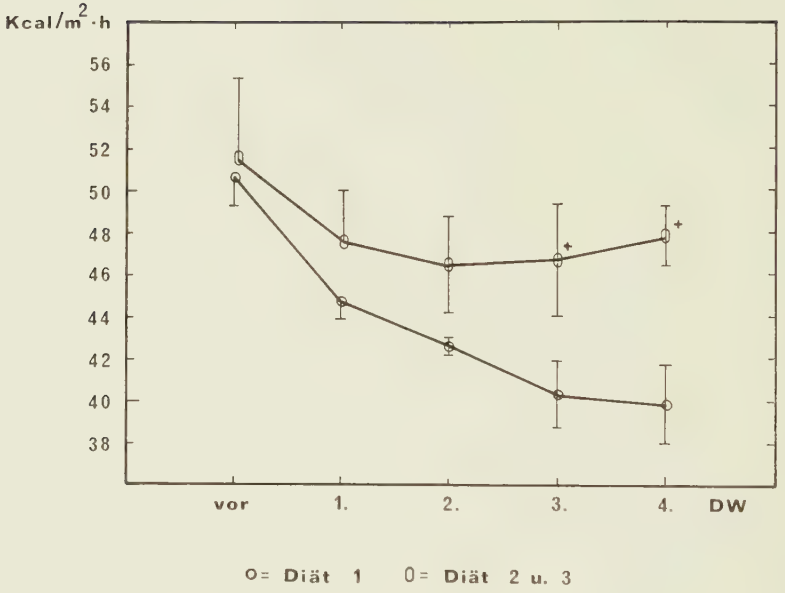


Abb. 16: Energieumsatz (Kcal/m^2 Körperoberfläche u. Stunde) unter Postprandialbedingungen unter Diät 1, sowie Diät 2 und 3

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich

Diät 2
+ Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red.

+ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 2 u. 3

Teilkollektiv

Die Veränderungen erwiesen sich mit den im Gesamtkollektiv beobachteten als weitgehend identisch. Unter kohlenhydratreicher Diät trat in der 1. Diätwoche ein Anstieg der FFS auf, wobei diese in den folgenden Diätwochen wieder signifikant niedriger lagen. Unter den kohlenhydratreduzierten Diäten 2 und 3 dagegen blieb der Anstieg von der 1. bis zur

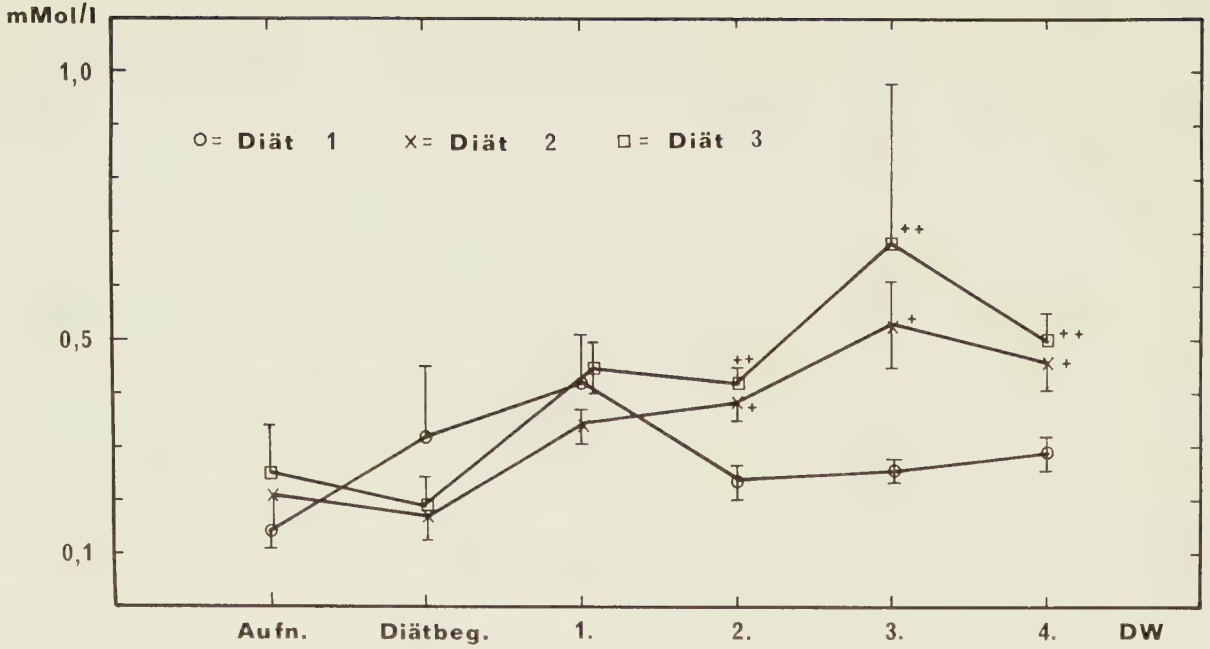


Abb. 17: Serumspiegel der freien Fettsäuren (FFS) (mMol/l) unter den 3 verschiedenen Diätformen

Diät 1: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-reich
Diät 2: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red. (Maiskeimöl)
Diät 3: 1340 Kcal (5,61 MJ) KH-red. (Butterfett)

\+ = $p < 0{,}005$ zwischen Diät 1/ Diät 2
++ = $p < 0{,}005$ zwischen Diät 1/ Diät 3

Serumspiegel der FFS (mMol/l)

	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
Diät 1	6	0,14 ± 0,03	0,32 ± 0,13	0,42 ± 0,09	0,24 ± 0,03	0,26 ± 0,02	0,29 ± 0,03
Diät 2	7	0,21 ± 0,06	0,17 ± 0,04	0,34 ± 0,03	0,38 ± 0,03^{+}	0,53 ± 0,08^{+}	0,46 ± 0,05^{+}
Diät 3	5	0,25 ± 0,09	0,19 ± 0,05	0,45 ± 0,05	0,42 ± 0,03^{++}	0,67 ± 0,29^{++}	0,50 ± 0,05^{++}

Tabelle 21: Serumspiegel der freien Fettsäuren (FFS) (mMol/l) unter den 3 verschiedenen Diätformen

+ = $p < 0,005$ zwischen Diät 1/Diät 2

++ = $p < 0,005$ zwischen Diät 1/Diät 3

4. Diätwoche bestehen. Die Werte unter kohlenhydratreicher und kohlenhydratreduzierter Diät waren von der 2. bis zur 4. Diätwoche signifikant unterschiedlich ($p < 0,005$, bzw. $p < 0,025$).

Verhalten der einzelnen Fraktionen
der freien Fettsäuren im Plasma

Unter der diätetischen Behandlung stiegen die einzelnen Fraktionen der freien Fettsäuren an, wobei jedoch keine Gesetzmäßigkeit festzustellen war. Die Myresthinsäure (C 14/0) (vgl. Tab. 22 im Anhang) war im Vergleich zum Ausgangswert unter allen 3 Diätformen signifikant angestiegen. Die Palmitinsäure (C 16/0) (vgl. Tab. 23) wies ebenso wie die Palmit-Oleinsäure (C 16/1) (vgl. Tab. 24), sowie die Stearinsäure (C 18/0) (vgl. Tab. 25) und die Ölsäure (C 18/1) (Tab. 26) einen, unabhängig von der diätetischen Behandlung auftretenden, Anstieg auf. Die Linolsäure (C 18/2) (Tab. 27) wies zwar unter Diät 2 die höchsten gemessenen Werte auf, wobei jedoch insgesamt gesehen keine statistisch zu sichernden Unterschiede zu den Werten unter Diät 1 bzw. unter Diät 3 bestanden. Die Cheneicosansäure (C 21) (Tab. 28) war unter allen 3 Diätformen nur in geringer Menge nachweisbar (vgl. Tab. 22 bis 28 im tabellarischen, sowie Abb. 27 bis 34 im graphischen Anhang).

Teilkollektiv

Unterschiede im Anstieg der einzelnen Fraktionen der freien Fettsäuren unter kohlenhydratreich, bzw. kohlenhydratarm behandelten Adipösen ließen sich auch beim Teilkollektiv nicht feststellen.

6. Weitere Laborparameter

Beim Gesamtkollektiv (vgl. Tab. 29 bis 32 im tabellarischen bzw. Abb. 35 bis 50 im graphischen Anhang)
Blutglucose (Tab. 29, Abb. 18, 35)

Die unter Nüchternbedingungen bei stationärer Aufnahme, vor Diätbeginn, sowie in wöchentlichen Abständen gemessenen Blutglucosekonzentrationen zeigten unter allen Diäten einen statistisch nicht signifikanten Abfall, wobei sich zwischen den einzelnen Diäten keine signifikanten Unterschiede fanden.

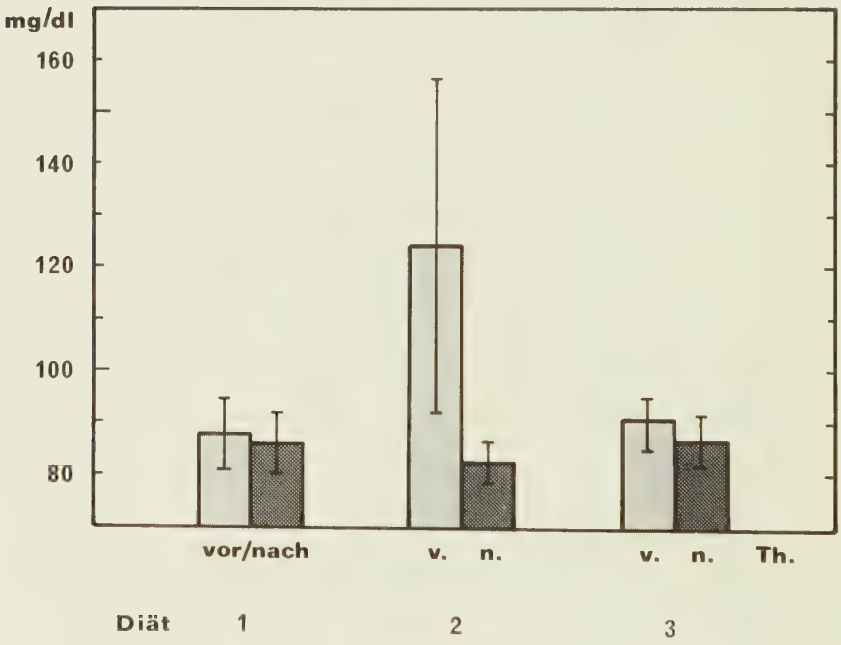


Abb. 18: Verhalten der Blutglucose vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

Serumtriglyceride (Tab. 29, Abb. 19, 36)

Die Serumtriglyceride fielen unter Diät 2 und 3 signifikant ab. In der 3. Diätwoche lagen die Triglyceridwerte unter der kohlenhydratreichen Diät 1 signifikant höher als unter der kohlenhydratreduzierten Diät 3.

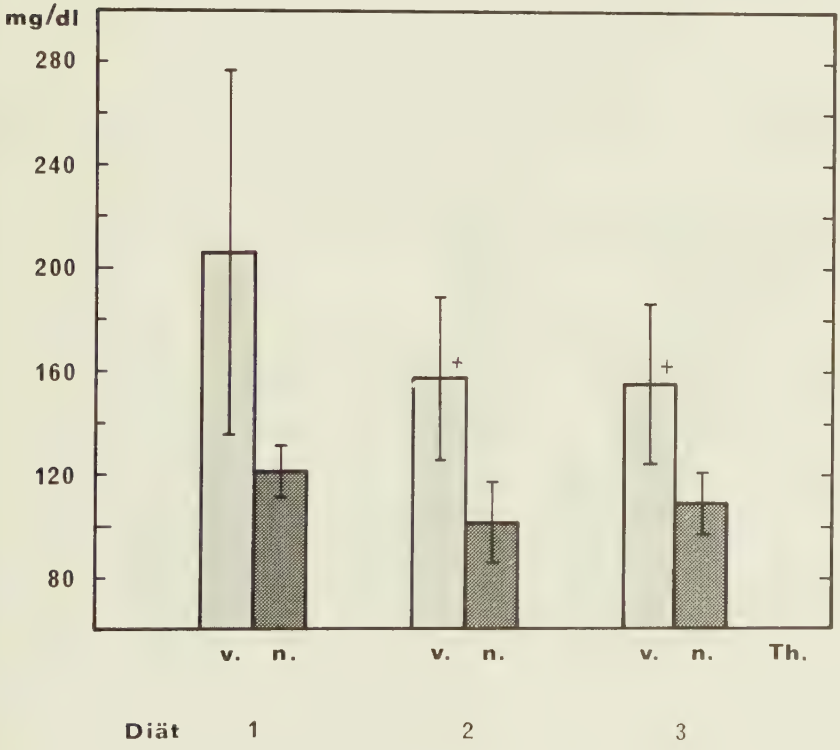


Abb. 19: Verhalten der Serumtriglyceride vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen
+ = $p < 0,05$ zwischen vor/nach Therapie

Cholesterin im Serum (Tab. 29, Abb. 20, 37)

Das Serumcholesterin fiel unter Diät 2 und 3 signifikant ab, wobei unter Diät 3 der ausgeprägteste Abfall zu beobachten war. Der Unterschied von Diät 1 zu Diät 3 erwies sich dabei in der 3. Diätwoche als statistisch signifikant ($p < 0{,}025$, s. Tab. 29).

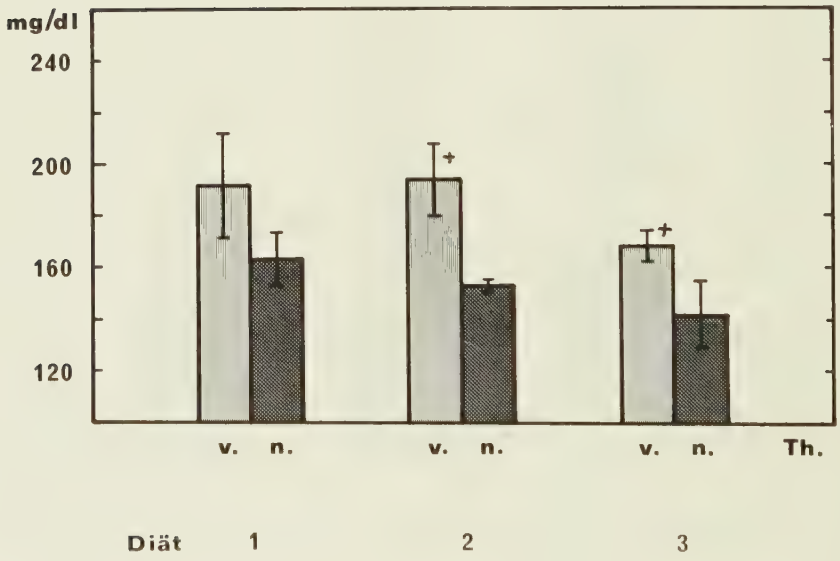


Abb. 20: Verhalten des Serumcholesterins vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen
+ = $p < 0{,}05$ zwischen vor/nach Therapie

Serumharnsäure (Abb. 21)

Die Serumharnsäure stieg unter Diät 2 und 3 regelmäßig auf über 9 mg% an, weswegen am Ende der 1. Diätwoche bei 5 Patienten unter Diät 2 und bei 4 Patienten unter Diät 3 mit einer uricostatischen Behandlung begonnen wurde. Am Ende der diätetischen Therapie standen 3 Patienten unter Diät 1, 7 Patienten unter Diät 2 und 7 Patienten unter Diät 3 unter einer uricostatischen Medikation.

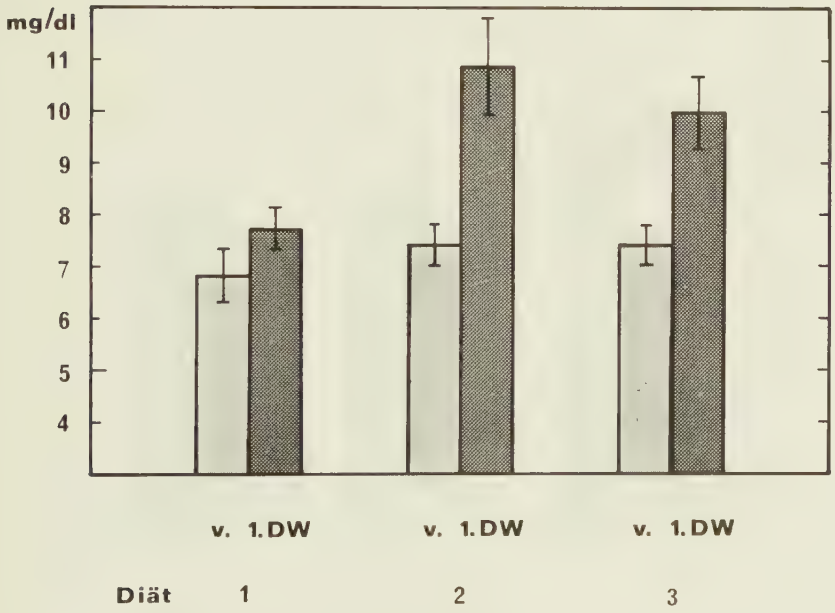


Abb. 21: Verhalten der Serumharnsäure vor bzw. nach 1 Woche Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

Serumtransaminasen (Tab. 30, Abb. 22 bis 24, 38 bis 40)

Die Serumtransaminasen SGOT (Abb. 22) und SGPT (Abb. 23) fielen unabhängig von der gewählten Diät ab, wobei sich jedoch keine signifikanten Veränderungen fanden.
Die y-GT (Abb. 24) fiel unter der kohlenhydratreduzierten Diät 3 signifikant ab ($p < 0,05$).

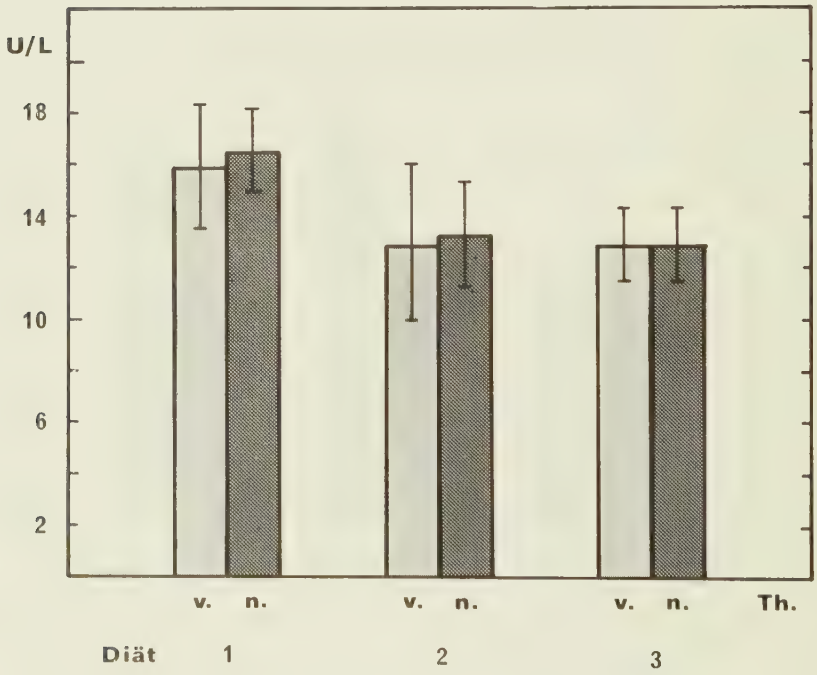


Abb. 22: Verhalten der SGOT vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

Serumelektrophorese (Tab. 31, Abb. 41 bis 46)

Unter der kohlenhydratreichen Diät fielen Gesamteiweiß, Albumin und alle Globulinfraktionen signifikant ab ($p < 0,05$), während unter Diät 2 nur das Gesamteiweiß, sowie die α_1- und y-Globuline und unter Diät 3 nur die ß-Globuline signifikant abfielen.

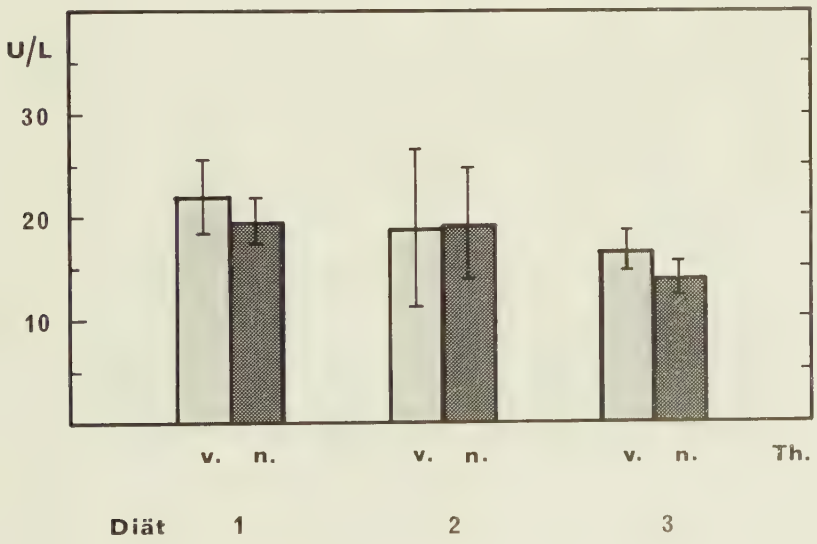


Abb. 23: Verhalten der SGPT vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

Serumelektrolyte (Natrium und Kalium) (Tab. 32, Abb. 47, 48)

Das Serumnatrium blieb weitgehend unverändert, wobei unter Diät 2 am Ende der Therapie signifikant höhere Werte als unter Diät 3 vorlagen. Das Serumkalium fiel unabhängig von der diätetischen Therapie signifikant ab ($p < 0,05$).

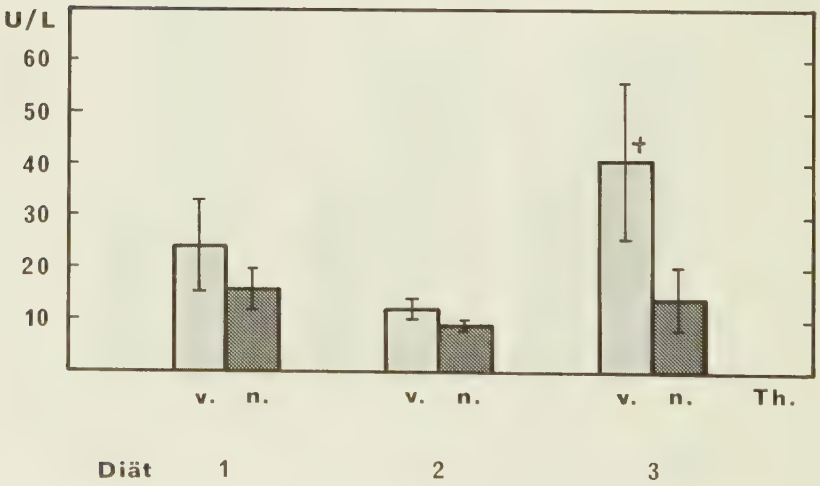


Abb. 24: Verhalten der γ-GT vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

+ = $p < 0,05$ zwischen vor/nach Therapie

Blutdruckverhalten (Tab. 32, Abb. 25, 26, sowie Abb. 49, 50)

Bei allen Behandelten trat unabhängig von der gewählten diätetischen Behandlung eine RR-Senkung ein, wobei die Veränderungen jedoch nur für das Gesamtkollektiv und Diät 2 signifikant waren ($p < 0,05$).

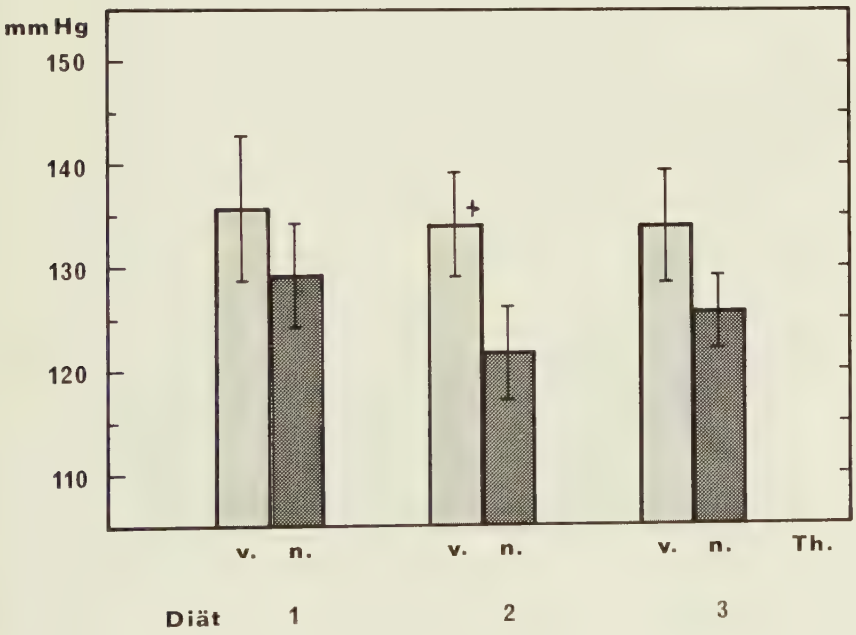


Abb. 25: Verhalten des systolischen Blutdrucks vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

+ = $p < 0,05$ zwischen vor/nach Therapie

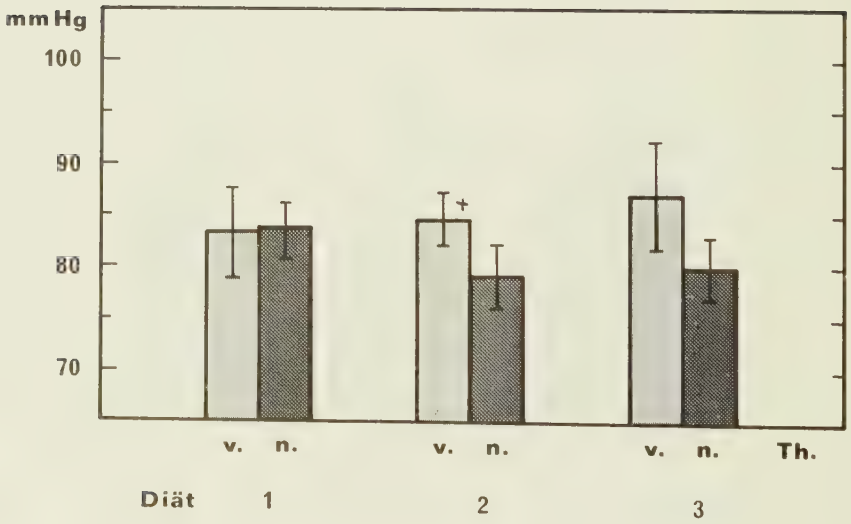


Abb. 26: Verhalten des diastolischen Blutdrucks vor bzw. nach Diättherapie unter den 3 verschiedenen Diätformen

+ = $p < 0,05$ zwischen vor/nach Therapie

DISKUSSION

Die vorliegenden Befunde bestätigen die Ergebnisse früherer Untersuchungen, bei denen beim isoenergetischen Austausch von Kohlenhydraten und Fett eine ausgeprägtere Reduktion des Körpergewichtes unter einer kohlenhydratreduzierten Reduktionsdiät festgestellt wurde (18, 19, 21, 23, 26, 37, 41, 51, 52, 62, 64). Die mittlere Abnahme unter der kohlenhydratreichen Diät betrug 9,5 kg, unter der kohlenhydratreduzierten Diät 2 (Maiskeimöl) 11,4 kg und unter der kohlenhydratreduzierten Diät 3 (Butterfett) 12,5 kg. Die Unterschiede erwiesen sich dabei als statistisch signifikant. Die in diesem Zusammenhang angewandten methodischen Bedingungen zur Frage der unterschiedlichen Gewichtsreduktion unterschieden sich jedoch grundsätzlich von allen bisher in der Literatur mitgeteilten Untersuchungen. Zum Teil waren kleine, unselektierte Kollektive neben einer Reihe von anderen methodischen Mängeln (Lit. bei 37) ursächlich für vorliegende diskrepante Ergebnisse. Bei diesen hier vorliegenden Untersuchungen wurden 3 Probanden gleichen Geschlechtes ausgewählt, deren Körperlänge und Körpergewicht um maximal $\pm$ 6 % voneinander abwichen. Die Patienten wurden auf 3 Kollektive verteilt. Damit sollten für jedes Kollektiv gleiche Ausgangsbedingungen geschaffen werden. Lewis versuchte in einer früheren Arbeit ähnliche Ausgangsbedingungen zu schaffen, indem er für jeden Probanden die gleiche Energiezufuhr pro Kilogramm Körpergewicht wählte. Bei diesem Vorgehen sind die Grenzen der Praktikabilität erreicht, und es erscheint fraglich, ob eine derart exakte Dosierung der Nährstoffzufuhr über einen längeren Zeitraum überhaupt möglich und bei praktischer Anwendung frei von Fehlern sein kann.

Als ursächlich für die ausgeprägtere Reduktion des Körpergewichtes wurde wiederholt ein energieumsatzsteigernder Effekt unter kohlenhydratreduzierten Diäten nachgewiesen

(48-50, 51, 52, 63). Dabei wurde die Zufuhr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren als kausal angesehen, da sie im Sinne einer Entkoppelung der Atmungskettenphosphorylierung wirksam werden könnten (53).
In den vorliegenden Untersuchungen wurden deshalb Maiskeimöl (45 % Linolsäure) und das vorwiegend aus gesättigten Fettsäuren bestehende Butterfett angewandt. Die eingetretene Reduktion des Körpergewichtes erwies sich als unabhängig von dem gewählten Fett, wobei diese unter Butterfett am ausgeprägtesten war (n.s.). Bei früheren, in der Literatur mitgeteilten Befunden konnte unter Butterfett im Vergleich zu anderen tierischen Fetten eine ausgeprägtere spezifisch-dynamische Wirkung nachgewiesen werden (30), wobei jedoch nicht anzunehmen ist, daß dieser Effekt für die hier vorliegenden Unterschiede relevant ist. Als naheliegende Ursache der unterschiedlichen Gewichtsreduktion kommen Verschiebungen im Wasser- und Elektrolythaushalt in Frage. Diese wurden in der Literatur zwar wiederholt diskutiert (5, 6, 7, 8, 26, 32, 45, 60, 62, 64), entsprechende Untersuchungen sind jedoch völlig unzureichend. Bei den mitgeteilten Befunden handelte es sich meist um Ergebnisse aus kleinen Kollektiven (im Extremfall 3 Probanden, 45), wobei die Behandlung über vergleichsweise kurze Zeiträume (3 bis maximal 14 Tage, 26, 32, 36, 45, 60) erfolgte. Die hier vorliegenden Untersuchungen, bei denen täglich die Wassereinfuhr und die mit dem Urin ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge, sowie die Natrium- und Kaliumausscheidung im Urin bestimmt wurde, bestätigt bislang mitgeteilte Untersuchungsergebnisse nur teilweise. Nach geltender Meinung tritt unter kohlenhydratreicher Diät eine Natriumretention und unter kohlenhydratreduzierter Diät eine Natriurese ein (3, 5, 6, 7, 8). Die Annahme, dieser an kurzfristig behandelten Kollektiven erhobene Befund gelte auch für längere Zeiträume, erweist sich aufgrund des vorliegenden Untersuchungsergebnisses jedoch als falsch. Die Natriurese ist unter kohlenhydrat-

reduzierten Diäten nur initial gesteigert. Nach Einsetzen der renalen Ammoniakproduktion sistiert sie, da von diesem Zeitpunkt an Kationen zur Neutralisierung organischer Säuren eingespart werden (31). Als Ursache dieser initialen Steigerung der Natriurese wird ein passagerer Anstieg der Serumglucagonkonzentration diskutiert (46). Die Tatsache der Umkehrbarkeit dieses Phänomens wurde zwar gelegentlich in Erwägung gezogen (7, 8, 15), bislang jedoch nicht untersucht. Lewis, der mit 14 Tagen über einen vergleichsweise langen Zeitraum Untersuchungen mit Diäten unterschiedlicher Nährstoffrelationen durchführte, konnte keine signifikanten Unterschiede in den Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzen feststellen. Stichprobenartige Untersuchungen der Elektrolytausscheidung an einzelnen Tagen erwiesen sich als ohne Aussagekraft, da oszillatorische Schwankungen der Elektrolytausscheidung selbst unter Nulldiätbedingungen bekannt sind (44). Die hier bei der Auswertung durchgeführte Addition der Elektrolytausscheidung über mehrere Tage, sowie über den Gesamtzeitraum der Behandlung und der Vergleich der so ermittelten Werte erscheint sinnvoller. Dabei wird sichtbar, daß die initial ausgeprägtere Natriurese unter kohlenhydratreduzierten Diäten nach der 2. Woche sistiert, und in der 4. Behandlungswoche diese unter der kohlenhydratreichen Diät am ausgeprägtesten ist. Der Befund ließ sich sowohl am Gesamt- als auch an einem Teilkollektiv erheben. - Signifikante Unterschiede in der Flüssigkeitsein- und -ausfuhr, bzw. der Differenz aus beiden Werten, ließen sich zwischen den Diäten nicht finden. Es fand sich jedoch eine signifikant positive Korrelation zwischen ein- und ausgeführter Flüssigkeitsmenge.

Die mit Hilfe der methodisch aufwendigen Gesamtkörperwasserbestimmung durchgeführten Untersuchungen ergaben ebenfalls keinen Anhalt, daß die gefundenen Unterschiede im Gewichtsverhalten die Folge von Wasserverschiebungen sind. Allerdings wird die Aussagekraft dieser Untersuchungen durch die üblicherweise große Ungenauigkeit der vorliegen-

den Methodik erheblich eingeschränkt. Das Argument, die Unterschiede in der Reduktion des Körpergewichtes erklärten sich durch eine unterschiedliche Nährstoffausnutzung, insbesondere durch den Verlust von energiehaltigen Substanzen in Faeces und Urin (17), ist nicht haltbar. Da selbst große Fettmengen vollständig resorbiert werden (20,28) und die im Urin unter kohlenhydratreduzierter Diät vermehrt ausgeschiedenen Ketonkörper mit einem kalorischen Äquivalent von 40 bis 50 Kcal (167 - 209 KJ) / 24 h kalorisch nicht ins Gewicht fallen, kommen diese Faktoren zur Erklärung der unterschiedlichen Gewichtsreduktion ebensowenig wie eine unterschiedliche Nährstoffaufnahme in Frage (13, Lit. bei 37).

Der energieumsatzsteigernde Effekt unter kohlenhydratreduzierten Diäten wurde als Ursache der unterschiedlichen Reduktion des Körpergewichtes bereits in früheren Untersuchungen mit anderen Methoden nachgewiesen (48-52, 63). Zur Überprüfung der vorliegenden Befunde wurden O_2-Messungen nüchtern und nach einer standardisierten Probemahlzeit durchgeführt. Hierbei zeigte sich unter der kohlenhydratreichen Diät unter Nüchternbedingungen eine Abnahme des O_2-Verbrauches bis zur 4. Woche, während unter der kohlenhydratreduzierten Diät der O_2-Verbrauch ab der 2. Woche nach einem initialen Abfall erneut anstieg. Die Nüchternwerte waren hierbei in der 3. und 4. Woche mit $p < 0,1$ nicht signifikant, die postprandialen Werte im gleichen Zeitraum signifikant unterschiedlich ($p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$). Aufgrund der kleinen Fallzahl ist der p-Wert von $<0,1$ aber noch als signifikant anzunehmen.
Aus der Stickstoffausscheidung im Urin, dem O_2-Verbrauch und der CO_2-Produktion wurde der stickstoff-freie RQ, sowie der Energieumsatz unter Nüchtern- und Postprandialbedingungen errechnet. Dabei zeigte sich ein gleichsinniges Verhalten wie bei den O_2-Werten. - Der von manchen Autoren diskutierte stickstoffsparende Effekt (12) kohlenhydratreduzierter Diätformen ließ sich nicht bestätigen.

Die Stickstoffausscheidung im Urin war bis zur 3. Diätwoche unter den kohlenhydratreduzierten Diäten signifikant ausgeprägter. Von einigen Autoren wurde mitgeteilt, daß zwischen der Ketonkörperkonzentration im Plasma und der Stickstoffausscheidung im Urin eine reziproke Beziehung bestehe (55). Auch hierfür konnte in den vorliegenden Untersuchungen kein Anhalt gefunden werden. Die ausgeprägte Acetonurie, welche Ausdruck einer erhöhten Plasmaketonkörperkonzentration ist, fand sich nur unter kohlenhydratreduzierten Diäten.
Ein Anstieg von FFS im Plasma wurde bei gesunden Versuchspersonen nach 7-tägiger Behandlungsdauer sowohl unter kohlenhydratreichen als auch unter kohlenhydratreduzierten Diäten gefunden (48-50). Bei diesen, an gesunden Versuchspersonen durchgeführten Untersuchungen stiegen unter kohlenhydratreduzierten Diäten die freien Fettsäuren im Plasma ausgeprägter an. Dieser Befund ließ sich unter gleichen diätetischen Bedingungen bei Adipösen nach einem 7-tägigen Behandlungszeitraum nicht reproduzieren (50). Die hier vorliegenden, über 28 Tage durchgeführten Untersuchungen zeigten unter kohlenhydratreicher Diät nach einem initialen Anstieg der FFS-Konzentration nach 7 Tagen im weiteren Verlauf bis zum 28. Tag einen Abfall derselben. Unter kohlenhydratreduzierten Diäten dagegen blieb der Anstieg der FFS über den Gesamtzeitraum bestehen. Die Untersuchungsbefunde zeigen, daß eine 7-tägige diätetische Therapie zu kurz ist, um Unterschiede in der Gewichtsreduktion oder Unterschiede im Stoffwechselverhalten zu erfassen. Ein Zeitraum von 14 Tagen erwies sich dabei als der kürzest überhaupt mögliche Behandlungsabschnitt zur Überprüfung derartiger Fragestellungen. Der Zeitraum von 4 Wochen muß als vergleichsweise optimal betrachtet werden.

Ein Zusammenhang zwischen dem Anstieg der FFS im Plasma und der Energieumsatzsteigerung ist zu diskutieren. Bei Untersuchungen an isoliert perfundierten Herzen konnte

bei einer Zunahme der FFS-Konzentration eine erhöhte O_2-Aufnahme und eine gesteigerte Oxydation von FFS festgestellt werden (9, 33). Derselbe Effekt ließ sich an inkubierten Muskelfasern (4) und an der perfundierten Leber (57) feststellen. Die Infusion von Fettemulsionen führte ebenfalls zu einer Steigerung des O_2-Verbrauches. Als ursächlich für den erhöhten O_2-Verbrauch wird eine Steigerung des Energiebedarfes im Rahmen der Mobilisation von FFS angesehen (25). Eine entkoppelnde Wirkung von FFS dagegen ist in vivo bisher nicht allgemein als Ursache der Energieumsatzsteigerung anerkannt (4).

Die zusätzliche Untersuchung der einzelnen Fraktionen freier Fettsäuren ließ keine gesetzmäßigen Rückschlüsse auf die verabreichte Diät zu. Allenfalls unter Diät 2 (Maiskeimöl) konnte ein Trend zu einem nicht signifikant höheren Linolsäurespiegel als unter Diät 1 bzw. Diät 3 beobachtet werden. - Die Abnahme der Harnsäureausscheidung und der Anstieg der Serumharnsäure treten durch eine Hemmung der tubulären Uratexkretion infolge der im Serum erhöhten Ketonkörperkonzentrationen auf (24, 61). Der Anstieg der Serumharnsäure ließ sich unter den kohlenhydratreduzierten Diäten regelmäßig beobachten, die verminderte Harnsäureausscheidung fiel vor allem unter Diät 2 auf, während unter Diät 1 und Diät 3 keine quantitativen Unterschiede auftraten. Zu berücksichtigen ist, daß bei Serumharnsäurewerten über 9 mg% eine uricostatische Therapie eingeleitet wurde. - Die im Serum gemessenen Natriumkonzentrationen erwiesen sich als konstant, während das Serumkalium unter allen Diäten infolge zu geringer Zufuhr signifikant abfiel.

Die Veränderungen der Blutglucose, des Serumcholesterins, der Serumtriglyceride, der Harnsäure im Serum, sowie der Elektrophorese sind ebenso wie der Abfall des systolischen und diastolischen Blutdruckes Effekte, die weitge-

hend unabhängig von den verschiedenen diätetisch-therapeutischen Einflüssen erfolgten und infolge der reduzierten Gesamtkalorienzufuhr aufgetreten sind.

ZUSAMMENFASSUNG

21 selektierte Adipöse wurden auf Gruppen so verteilt, daß sich je ein Proband gleichen Geschlechtes in jeder Gruppe fand, deren Körperlänge und Körpergewicht um maximal ± 6 % voneinander abwichen. Je 7 Adipösen wurde 28 Tage lang eine 1340 Kcal (5,61 MJ) kohlenhydratreiche oder kohlenhydratarme Diät (Maiskeimöl bzw. Butterfett), in der Kohlenhydrate und Fett bei konstantem Eiweißanteil zu 85 % ausgetauscht waren, verabreicht. Dabei zeigte sich, wie bereits in früheren Untersuchungen wiederholt festgestellt, eine signifikant ausgeprägtere Reduktion des Körpergewichtes unter beiden kohlenhydratreduzierten Diäten. Diese war unabhängig von dem Fettsäuremuster des verabreichten Fettes. Als ursächlich für die Unterschiede in der Gewichtsreduktion konnte ein Anstieg des O_2-Verbrauches unter Ruhe- und Postprandialbedingungen unter den kohlenhydratreduzierten Diäten festgestellt werden. Dieser fehlte unter der kohlenhydratreichen Diät. Gleichzeitig ließ sich ein unterschiedlicher Anstieg der freien Fettsäuren beobachten. Diese Veränderungen sind als ursächlich für den energieumsatzsteigernden Effekt kohlenhydratreduzierter Diäten zu diskutieren.

Eine vermehrte Elektrolyt- oder Flüssigkeitsexkretion oder eine unterschiedliche Abnahme des Gesamtkörperwassers konnten als Ursache der unterschiedlichen Gewichtsreduktion ausgeschlossen werden.

Die vorliegenden Befunde zeigen, daß die Gewichtsreduktion unter einer kohlenhydratreduzierten Diät unabhängig vom Sättigungsgrad der verabreichten Fettsäuren erfolgt und als Ursache ein energieumsatzsteigernder Effekt vorliegt.

A N H A N G

Tabellarischer Anhang: Tab. 22 bis Tab. 32, S. 70 - S. 77

Graphischer Anhang: Abb. 27 bis Abb. 50, S. 78 - S. 101

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	0,068 ± 0,043	0,080 ± 0,042	0,105 ± 0,030	0,008 ± 0,008	0,025 ± 0,014	0,106 ± 0,048
2	7	0,050 ± 0,024	0,090 ± 0,020	0,105 ± 0,046	0,073 ± 0,024	0,038 ± 0,025	0,105 ± 0,022
3	5	0,018 ± 0,010	0,032 ± 0,014	0,074 ± 0,020	0,088 ± 0,032	0,155 ± 0,110	0,078 ± 0,045

Tabelle 22: Serumspiegel der Myresthinsäure (C 14/0, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	3,95 ± 1,27	5,09 ± 2,03	5,86 ± 1,16	4,24 ± 0,61	3,28 ± 0,43	6,75 ± 2,60
2	7	3,65 ± 1,13	3,65 ± 0,71	4,04 ± 1,06	4,53 ± 0,52	3,85 ± 0,64	5,43 ± 0,74
3	5	1,58 ± 0,55	1,99 ± 0,49	3,19 ± 1,04	3,74 ± 1,07	5,65 ± 2,22	3,53 ± 1,87

Tabelle 23: Serumspiegel der Palmitinsäure (C 16/0, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	0,62 ± 0,23	0,74 ± 0,33	1,09 ± 0,29	0,59 ± 0,06	0,52 ± 0,10	1,02 ± 0,32
2	7	0,44 ± 0,18	0,40 ± 0,10	0,42 ± 0,14	0,56 ± 0,09	0,49 ± 0,14	0,66 ± 0,08
3	5	0,16 ± 0,07	0,19 ± 0,11	0,35 ± 0,14	0,63 ± 0,21	0,97 ± 0,47	0,55 ± 0,27

Tabelle 24: Serumspiegel der Palmit-Oleinsäure (C 16/1, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	1,98 ± 0,62	2,93 ± 0,99	2,14 ± 0,34	2,18 ± 0,37	1,54 ± 0,13	2,06 ± 0,43
2	7	3,44 ± 1,61	2,16 ± 0,31	1,69 ± 0,28	1,59 ± 0,09	1,32 ± 0,12	1,71 ± 0,16
3	5	1,39 ± 0,13	1,54 ± 0,23	1,49 ± 0,38	1,67 ± 0,16	1,69 ± 0,37	1,70 ± 0,40

Tabelle 25: Serumspiegel der Stearinsäure (C 18/0, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	3,18 ± 1,34	6,81 ± 3,06	9,36 ± 2,27	6,90 ± 0,79	5,83 ± 0,61	9,82 ± 2,87
2	7	6,92 ± 2,21	4,75 ± 1,15	5,47 ± 1,68	7,68 ± 0,82	7,54 ± 0,83	8,60 ± 1,11
3	5	2,75 ± 0,76	2,92 ± 1,03	5,43 ± 1,56	7,48 ± 1,62	10,74 ± 3,95	8,31 ± 3,21

Tabelle 26: Serumspiegel der Ölsäure (C 18/1, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	3,00 ± 0,88	3,31 ± 1,21	3,35 ± 0,72	2,99 ± 0,45	2,43 ± 0,39	4,19 ± 0,88
2	7	2,49 ± 0,37	3,31 ± 0,63	3,21 ± 1,05	4,16 ± 0,77	3,11 ± 0,62	4,42 ± 0,77
3	5	1,73 ± 0,47	1,67 ± 0,61	1,76 ± 0,54	2,43 ± 0,59	4,18 ± 2,56	2,57 ± 1,07

Tabelle 27: Serumspiegel der Linolsäure (C 18/2, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Diät	n	bei Aufnahme	bei Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
1	6	0,036 ± 0,024	0,660 ± 0,550	0,810 ± 0,480	0,120 ± 0,045	0,130 ± 0,070	2,310 ± 1,910
2	7	0,074 ± 0,048	0,190 ± 0,130	0,270 ± 0,140	0,160 ± 0,075	0,064 ± 0,027	0,790 ± 0,630
3	5	0,330 ± 0,120	0,460 ± 0,370	0,340 ± 0,230	0,330 ± 0,140	1,000 ± 0,580	0,260 ± 0,140

Tabelle 25: Serumspiegel der Cheneicosansäure (C 21, mg/100 ml) unter Diät 1, Diät 2 und Diät 3

Serumspiegel der Glucose, Cholesterin, Triglyceride in mg%

		n	bei Aufnahme	vor Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
Blutzucker	Diät 1	7	93,1 ± 10,4	88,3 ± 7,1	34,6 ± 6,3	88,3 ± 5,2	78,5 ± 6,6	86,7 ± 6,4
	Diät 2	7	116,3 ± 18,2	124,0 ± 32,1	94,9 ± 4,4	88,9 ± 3,0	84,0 ± 4,2	83,3 ± 3,9
	Diät 3	7	96,2 ± 4,5	91,0 ± 5,9	97,7 ± 12,6	86,7 ± 3,8	96,9 ± 9,1	86,9 ± 4,6
Cholesterin	Diät 1	7	206,9 ± 25,9	192,7 ± 19,6	191,6 ± 14,8	179,1 ± 8,4	180,3 ± 15,1	163,0 ± 10,0
	Diät 2	7	224,3 ± 23,3	193,7 ± 14,8	181,7 ± 11,3	179,5 ± 11,7	153,6 ± 9,4	153,0 ± 1,8
	Diät 3	7	211,7 ± 20,3	168,8 ± 5,4	172,2 ± 10,0	166,0 ± 10,7	138,3 ± 10,2	141,0 ± 13,4
Triglyceride	Diät 1	7	179,0 ± 22,2	207,1 ± 69,3	132,9 ± 13,3	132,9 ± 16,9	138,3 ± 17,0	122,1 ± 9,8
	Diät 2	7	218,6 ± 75,7	158,3 ± 31,0	101,4 ± 20,1	100,0 ± 13,4	102,9 ± 16,9	102,1 ± 16,2
	Diät 3	7	176,4 ± 15,6	155,8 ± 25,3	105,7 ± 8,8	108,8 ± 8,9	102,1 ± 8,0^{++}	109,2 ± 12,3

Tabelle 29: Serumspiegel der Blutglucose, Triglyceride und des Cholesterins (mg/100 ml) im Gesamtkollektiv, dargestellt für die 3 Diätformen

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

Serumspiegel der Transaminasen GOT, GPT, γ-GT mU/ml

		n	bei Aufnahme	vor Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
SGOT	Diät 1	7	19,7 ± 6,0	15,8 ± 2,4	14,6 ± 2,0	14,7 ± 1,9	17,8 ± 2,9	16,4 ± 1,7
	Diät 2	7	19,7 ± 5,1	12,8 ± 3,0	15,5 ± 2,7	17,5 ± 4,0	14,0 ± 2,1	13,2 ± 2,0
	Diät 3	7	18,0 ± 4,2	12,8 ± 1,4	20,5 ± 8,2	21,5 ± 7,3	17,1 ± 5,3	12,8 ± 1,4
SGPT	Diät 1	7	24,7 ± 5,5	22,3 ± 3,7	16,0 ± 3,2	16,8 ± 2,4	16,6 ± 1,9	19,4 ± 2,1
	Diät 2	7	27,1 ± 12,3	18,8 ± 7,5	22,3 ± 8,0	23,0 ± 7,9	16,0 ± 4,2	19,0 ± 5,3
	Diät 3	7	27,7 ± 9,8	16,5 ± 2,1	31,3 ± 13,9	33,5 ± 14,2	25,4 ± 11,9	14,0 ± 1,7^{++}
γ-GT	Diät 1	7	42,0 ± 24,3	24,0 ± 8,7	20,3 ± 5,0	20,7 ± 6,2	14,3 ± 3,0	15,1 ± 4,0
	Diät 2	7	18,3 ± 3,4	12,0 ± 2,2	14,3 ± 2,1	14,0 ± 1,2	10,0 ± 1,2	8,8 ± 0,5
	Diät 3	7	28,8 ± 8,6	40,7 ± 14,9^{+++}	31,0 ± 11,1	20,7 ± 11,7	17,1 ± 4,5	14,4 ± 5,9

Tabelle 30: Serumspiegel der Transaminasen SGOT, SGPT und γ-GT (mU/ml) im Gesamtkollektiv, dargestellt für die 3 Diätformen

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

		n	Serumelektrophorese in g/100 ml Gesamteiweiß	Albumin	α_1-Globulin	α_2-Globulin	ß-Globulin	γ-Globulin
Diät 1	bei Aufn.	7	7,65 ± 0,13	4,53 ± 0,13	0,24 ± 0,02	0,71 ± 0,03	0,91 ± 0,03	1,25 ± 0,09
	nach 1 Diätw.	7	7,24 ± 0,08	4,37 ± 0,18	0,19 ± 0,03	0,65 ± 0,08	0,82 ± 0,06	1,21 ± 0,09
	nach 4 Diätw.	7	6,61 ± 0,16	4,06 ± 0,18	0,17 ± 0,02	0,57 ± 0,06	0,75 ± 0,04	1,04 ± 0,07
Diät 2	bei Aufn.	7	7,61 ± 0,23	4,49 ± 0,28	0,21 ± 0,02	0,68 ± 0,04	0,95 ± 0,03	1,27 ± 0,11
	nach 1 Diätw.	7	6,90 ± 0,26	4,34 ± 0,32	0,18 ± 0,02	0,55 ± 0,07	0,84 ± 0,07	1,00 ± 0,10
	nach 4 Diätw.	7	6,61 ± 0,26	4,07 ± 0,28	0,20 ± 0,02	0,51 ± 0,05	0,75 ± 0,05	1,07 ± 0,09
Diät 3	bei Aufn.	6	7,56 ± 0,13	4,38 ± 0,18	0,24 ± 0,03	0,68 ± 0,05	1,02 ± 0,03	1,23 ± 0,01
	nach 1 Diätw.	6	7,53 ± 0,09	4,31 ± 0,36	0,24 ± 0,02 +++	0,66 ± 0,03	0,98 ± 0,04 ++	1,35 ± 0,27
	nach 4 Diätw.	6	7,31 ± 0,20	4,32 ± 0,09	0,24 ± 0,03	0,61 ± 0,04	0,85 ± 0,05	1,27 ± 0,16

Tabelle 31: Fraktionen der Serumeiweiß-Elektrophorese (g/100 ml) im Gesamtkollektiv, dargestellt für die 3 Diätformen

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

Serumelektrolyte Natrium u. Kalium (mVal/l) bzw. RR (mm Hg)

		n	bei Aufnahme	vor Diät-beginn	nach 1 Diätwoche	nach 2 Diätwochen	nach 3 Diätwochen	nach 4 Diätwochen
Natrium	Diät 1	7	138,0 ± 1,3	138,1 ± 1,9	137,9 ± 1,0	139,6 ± 1,3	140,2 ± 0,9	139,4 ± 1,8
	Diät 2	7	140,6 ± 0,8	138,7 ± 2,3	139,7 ± 2,2	137,3 ± 1,1	137,7 ± 1,3	141,7 ± 1,2
	Diät 3	7	142,9 ± 2,06++	138,4 ± 1,1	137,5 ± 0,9	140,2 ± 2,6	139,4 ± 1,3	138,5 ± 1,1+++
Kalium	Diät 1	7	4,3 ± 0,1	4,2 ± 0,2	3,8 ± 0,1	3,8 ± 0,2	3,7 ± 0,1	3,4 ± 0,1
	Diät 2	7	3,9 ± 0,1	4,15 ± 0,08	3,8 ± 0,2	3,7 ± 0,3	3,7 ± 0,1	3,6 ± 0,1
	Diät 3	7	3,9 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,0 ± 0,1	3,6 ± 0,2	3,7 ± 0,2	3,6 ± 0,1
RR s	Diät 1	7	136,4 ± 7,1	135,6 ± 6,8	134,8 ± 3,6	131,5 ± 4,9	130,8 ± 5,1	129,3 ± 5,1
RR d			86,4 ± 4,6	83,2 ± 4,5	84,0 ± 2,5	84,2 ± 3,1	83,9 ± 3,6	83,6 ± 2,6
RR s	Diät 2	7	132,1 ± 4,7	134,2 ± 4,9	133,1 ± 2,1	129,2 ± 2,9	122,6 ± 6,1	121,7 ± 4,4
RR d			84,3 ± 2,0	84,9 ± 2,4	86,2 ± 5,7	83,5 ± 1,7	82,4 ± 2,1	79,2 ± 3,0
RR s	Diät 3	7	136,4 ± 5,5	133,9 ± 5,4	132,7 ± 3,7	133,8 ± 6,9	129,4 ± 3,1	125,7 ± 3,4
RR d			85,7 ± 2,5	86,8 ± 5,1	85,1 ± 2,4	85,1 ± 4,1	82,5 ± 1,9	80,0 ± 2,9

Tabelle 32: Serumelektrolyte Natrium und Kalium (mVal/l), sowie Blutdruck (mm Hg) im Gesamtkollektiv, dargestellt für die 3 Diätformen

++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

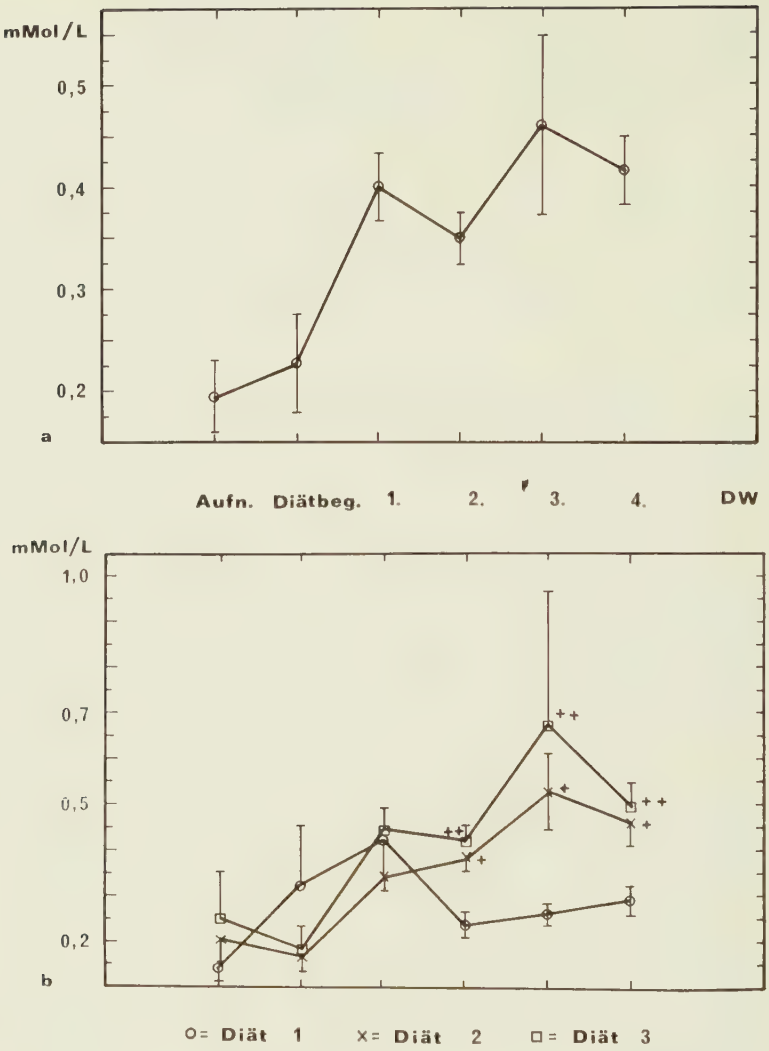


Abb. 27: Verhalten der freien Fettsäuren (mMol/l) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

\+ = $p < 0{,}005$ zwischen Diät 1/Diät 2
++ = $p < 0{,}005$ zwischen Diät 1/Diät 3

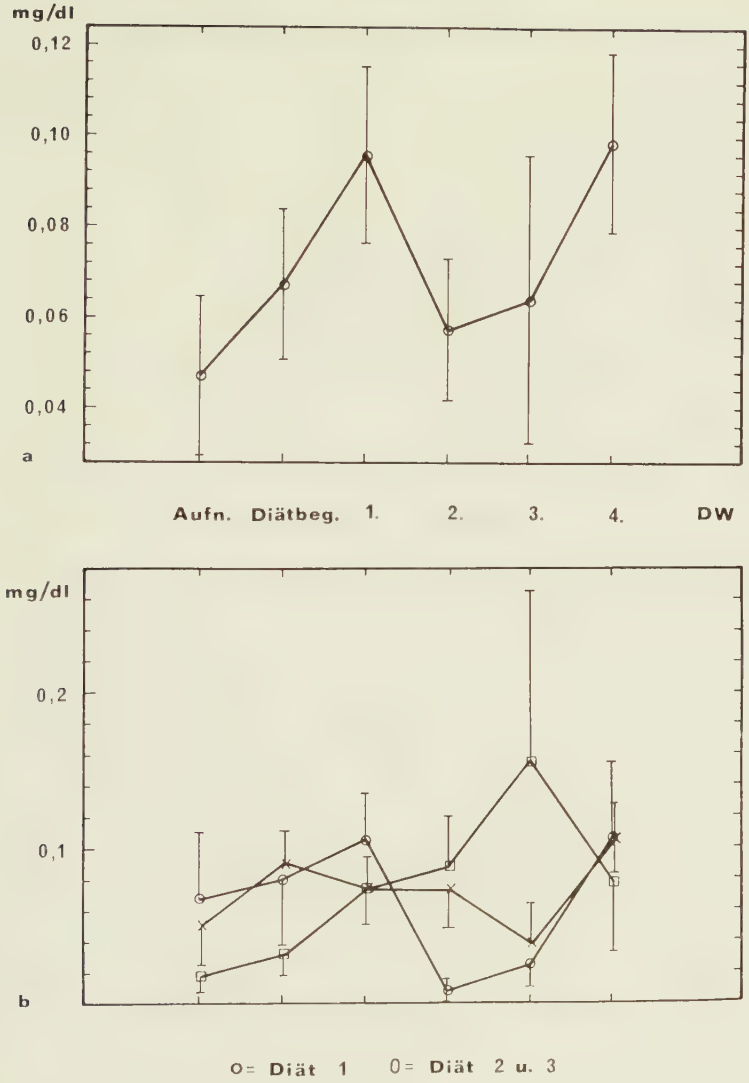


Abb. 28: Verhalten der Myresthinsäure (C 14/0, mg/100 ml) im Serum

a: Dargestellt für das Gesamtkollektiv

b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

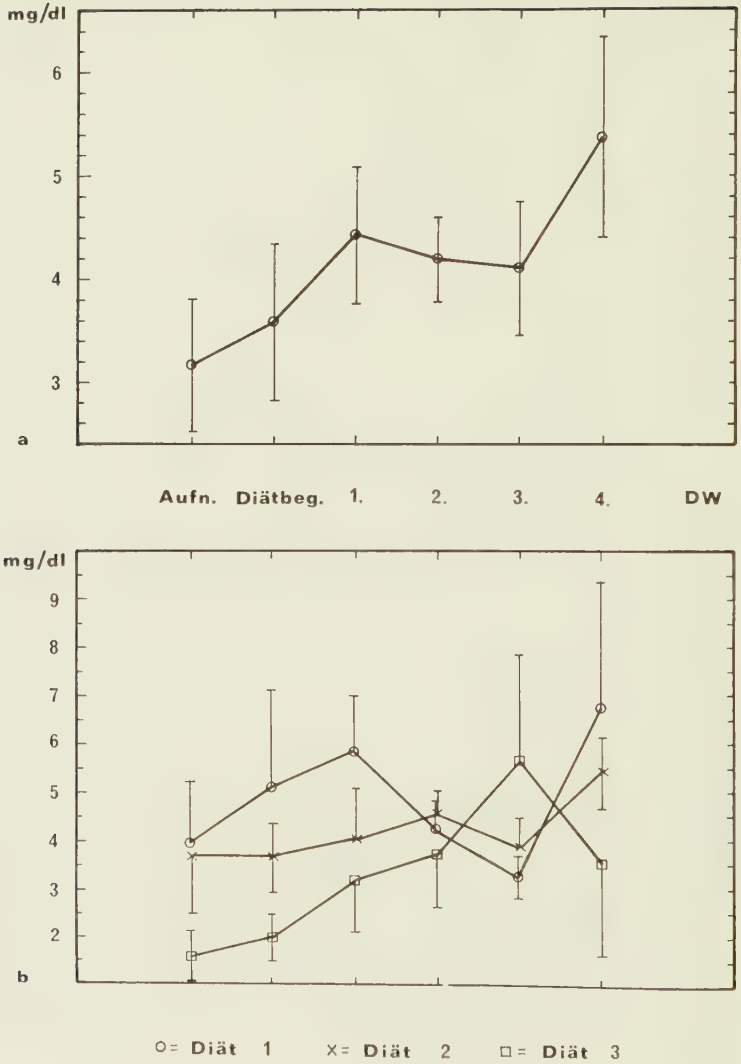


Abb. 29: Verhalten der Palmitinsäure (C 16/0, mg/100 ml) im Serum

a: dargestellt für das Gesamtkollektiv

b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

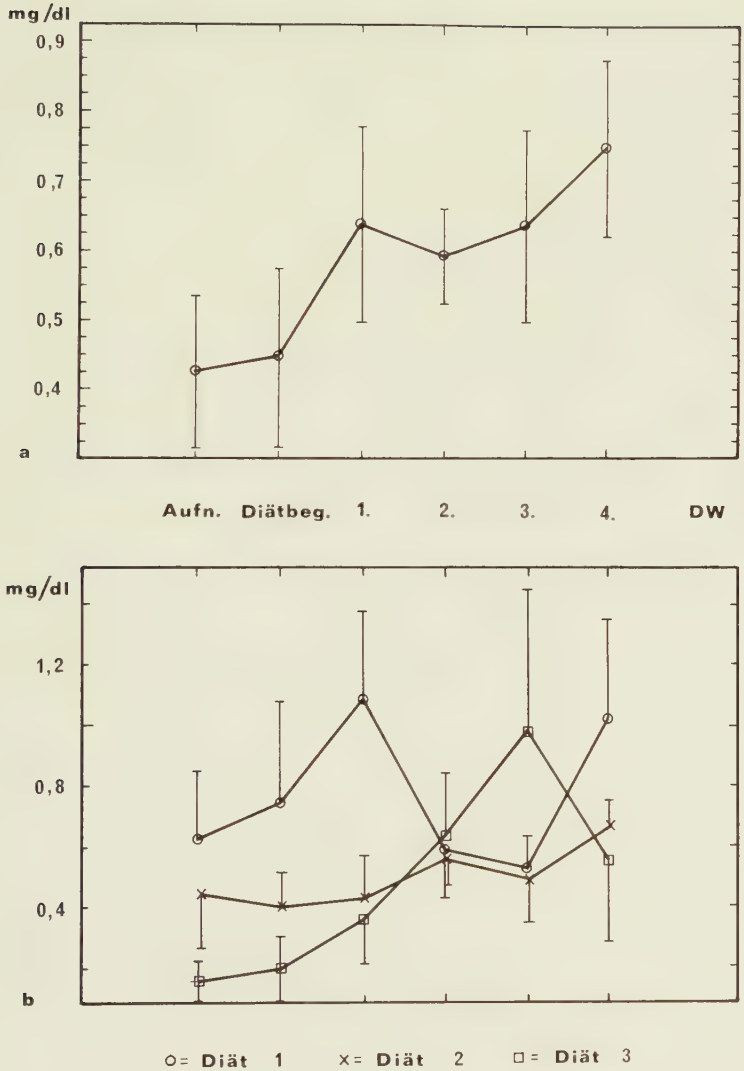


Abb. 30: Verhalten der Palmit-Oleinsäure (C 16/1, mg/100 ml) im Serum

a: dargestellt für das Gesamtkollektiv

b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

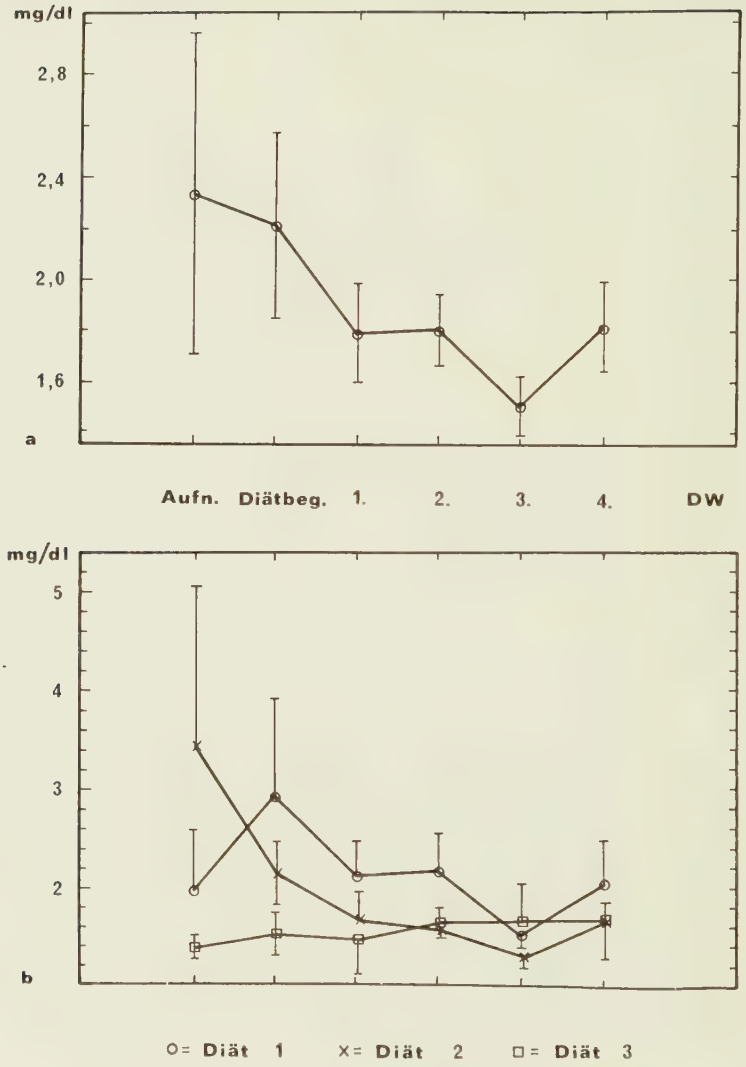


Abb. 31: Verhalten der Stearinsäure (C 18/0, mg/100 ml) im Serum

a: dargestellt für das Gesamtkollektiv

b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

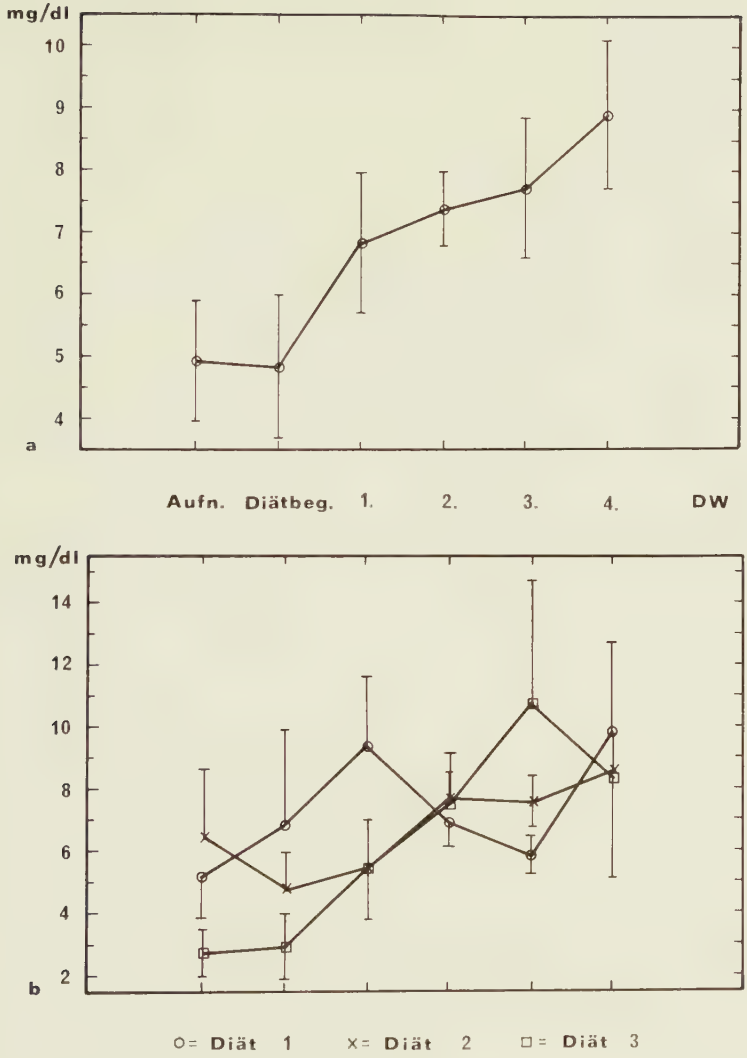


Abb. 32: Verhalten der Ölsäure (C 18/1, mg/100 ml) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

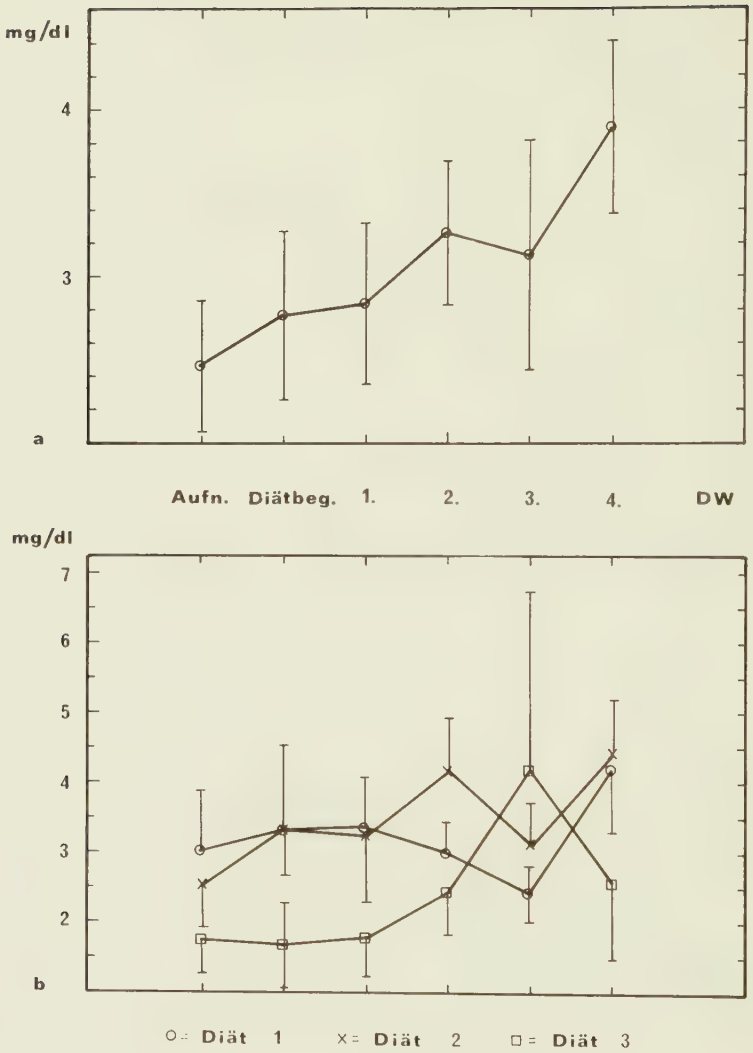


Abb. 33: Verhalten der Linolsäure (C 18/2, mg/100 ml) im Serum

a: dargestellt für das Gesamtkollektiv

b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

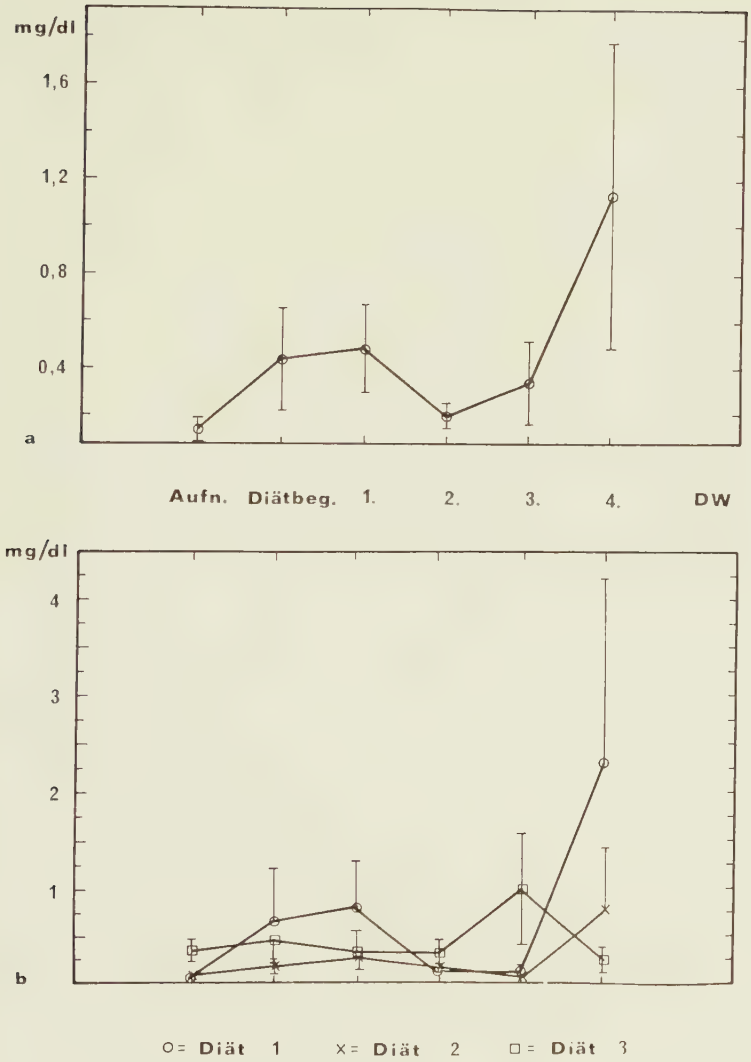


Abb. 34: Verhalten der Cheneicosansäure (C 21, mg/100 ml) im Serum

a: dargestellt für das Gesamtkollektiv

b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

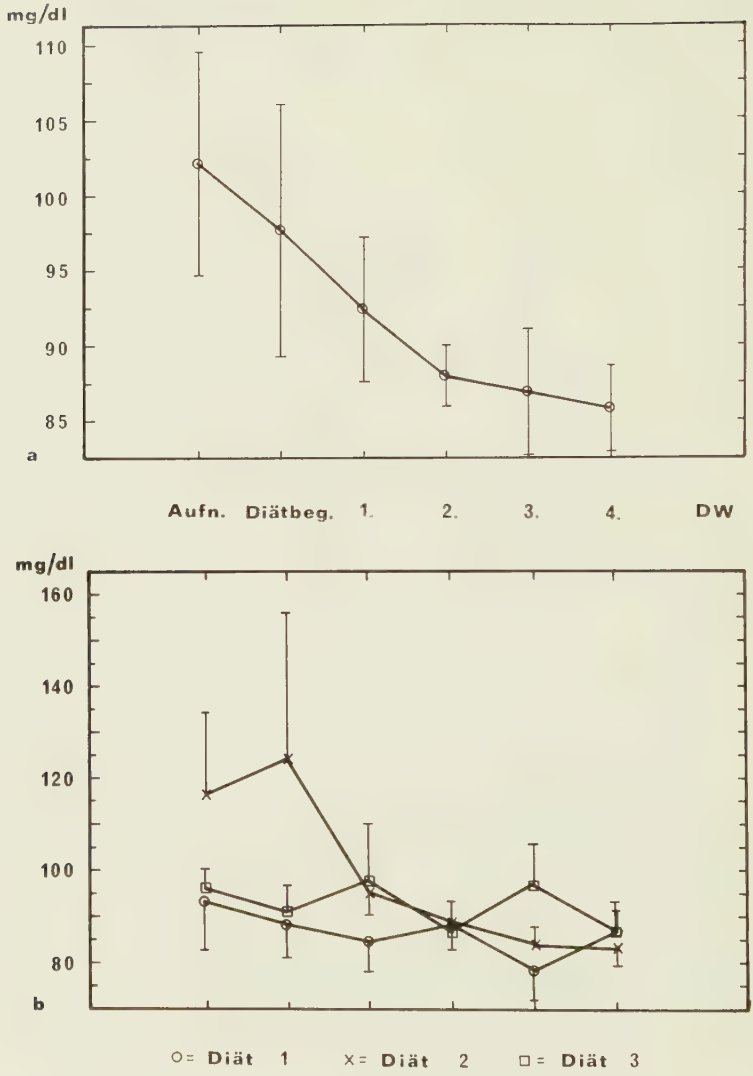


Abb. 35: Verhalten der Blutglucose (mg/100 ml)
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

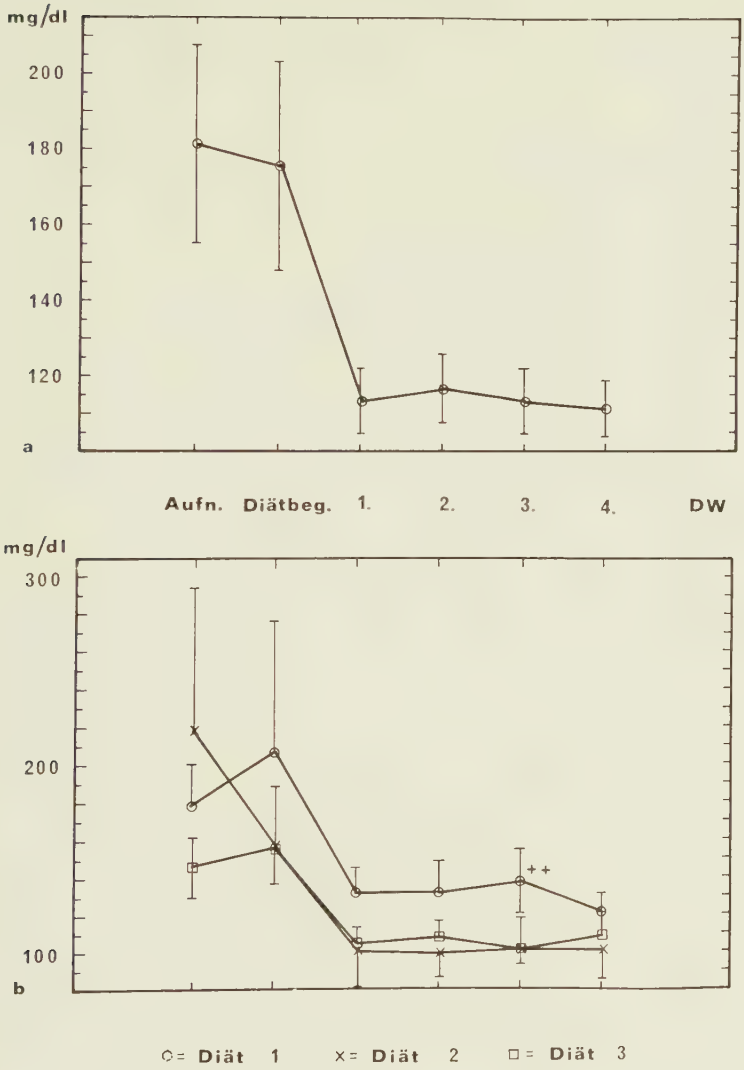


Abb. 36: Verhalten der Triglyceride (mg/100 ml) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

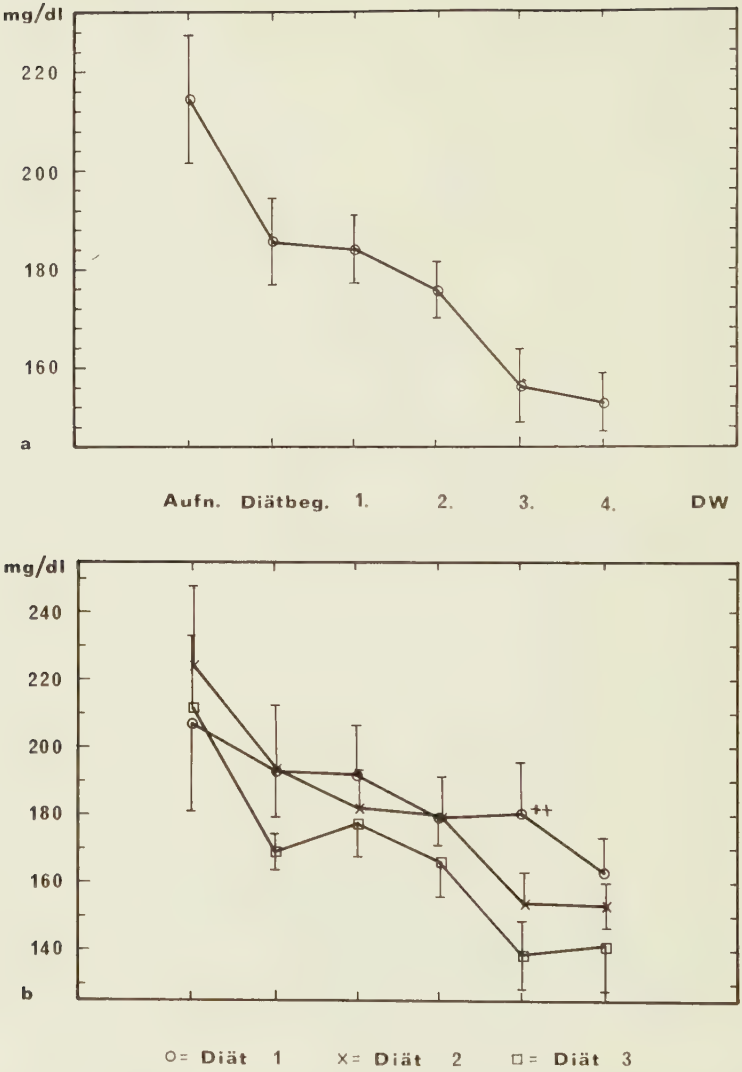


Abb. 37: Verhalten des Cholesterins (mg/100 ml) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

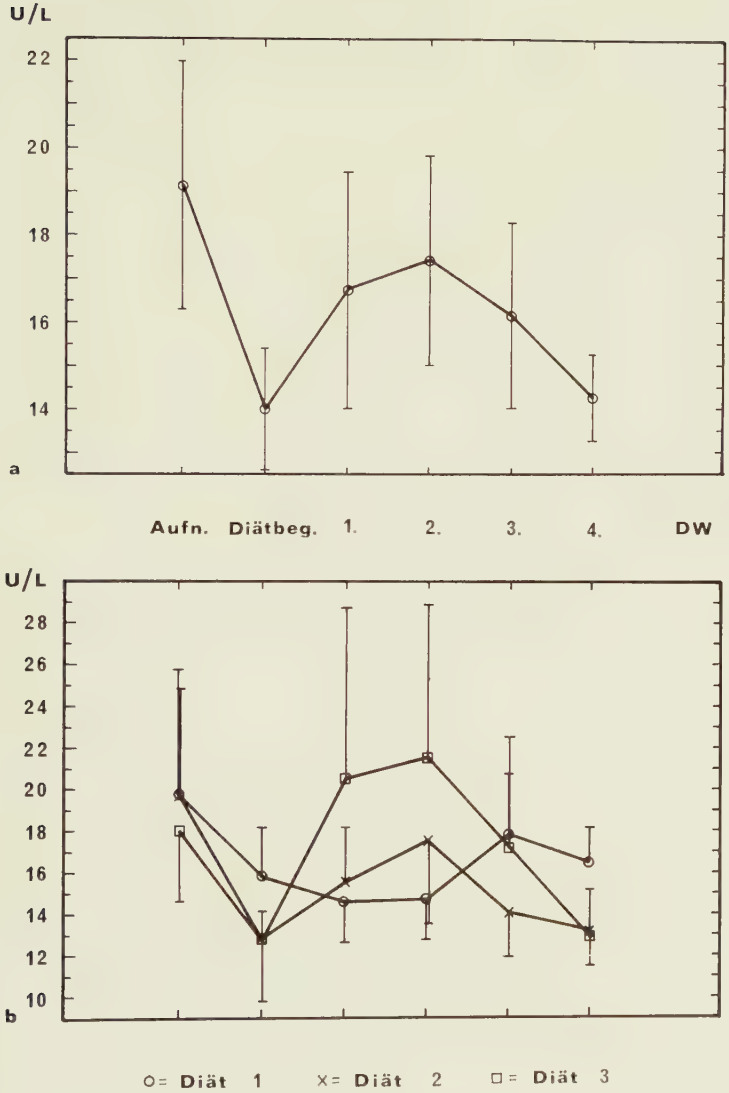


Abb. 38: Verhalten der SGOT (U/l)
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

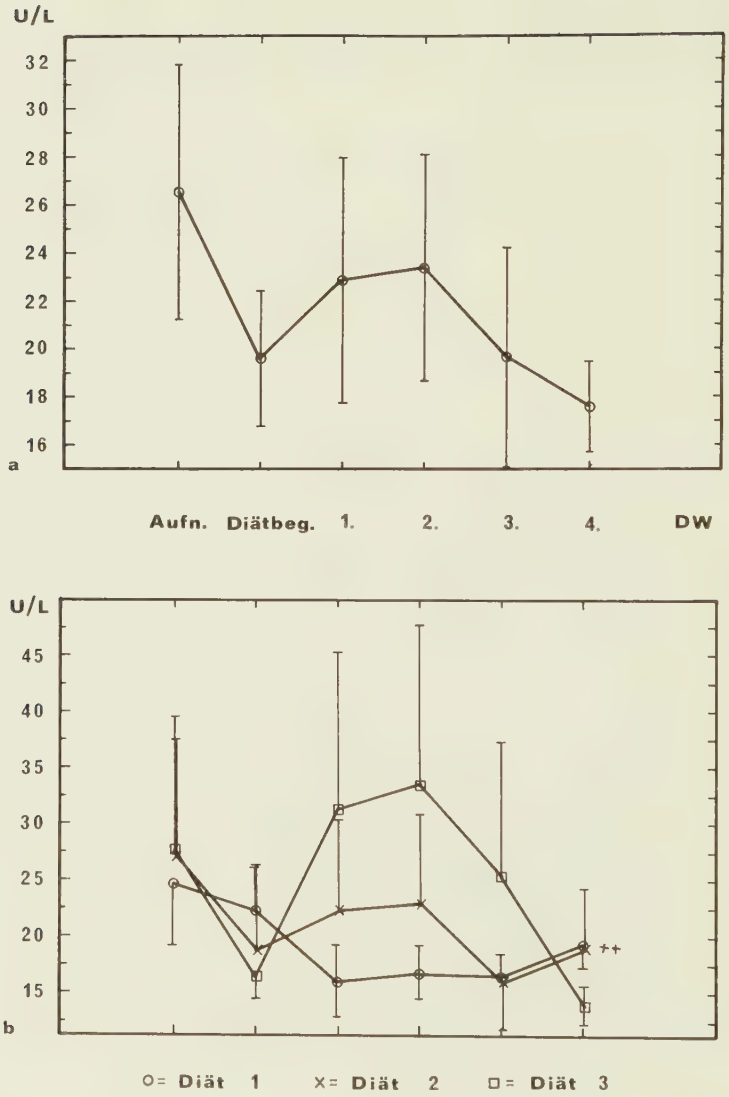


Abb. 39: Verhalten der SGPT (U/l)
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

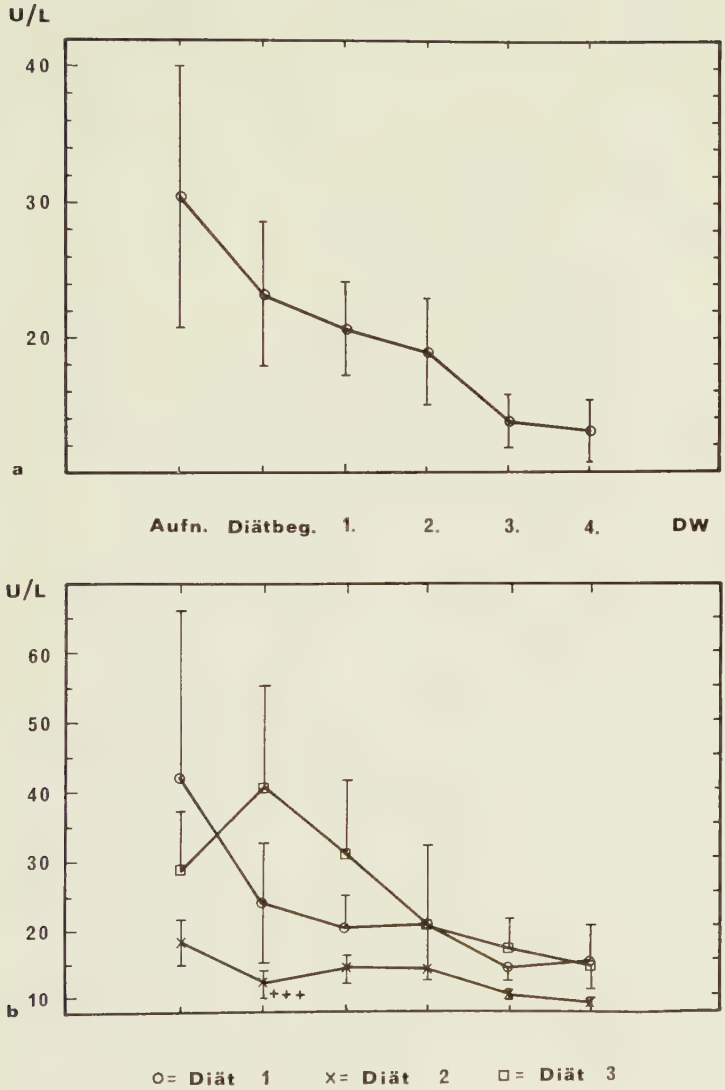


Abb. 40: Verhalten der γ-GT (U/l) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3
+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

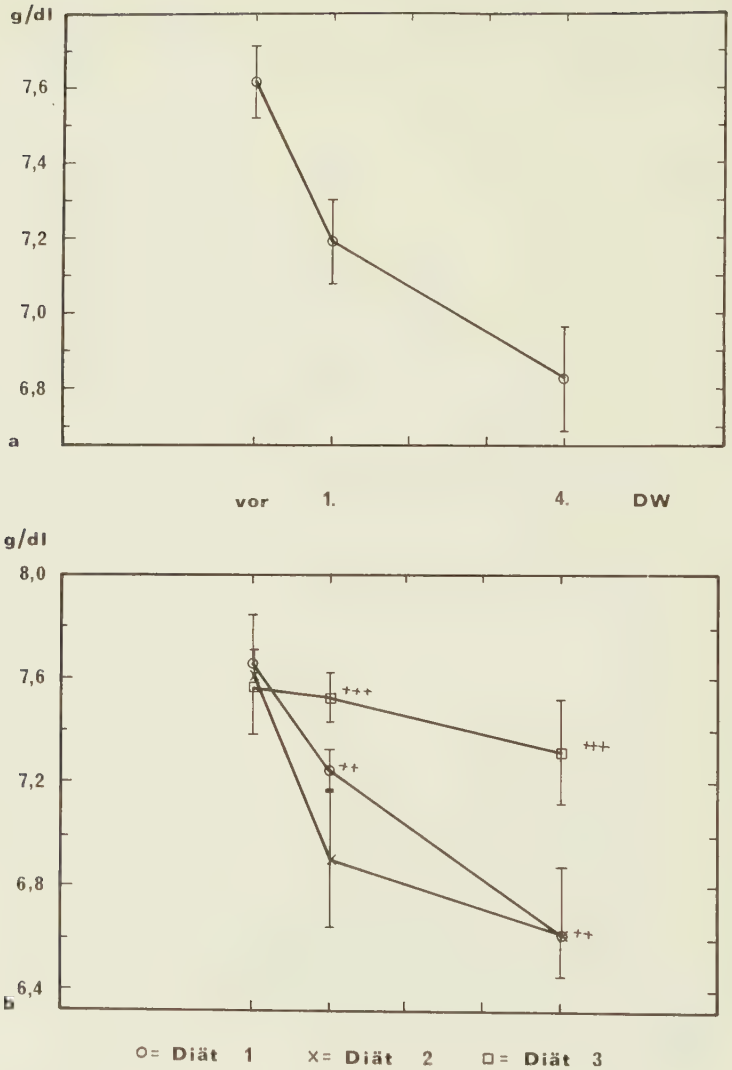


Abb. 41: Verhalten des Gesamteiweiß (g/100 ml) im Blut
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3
+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

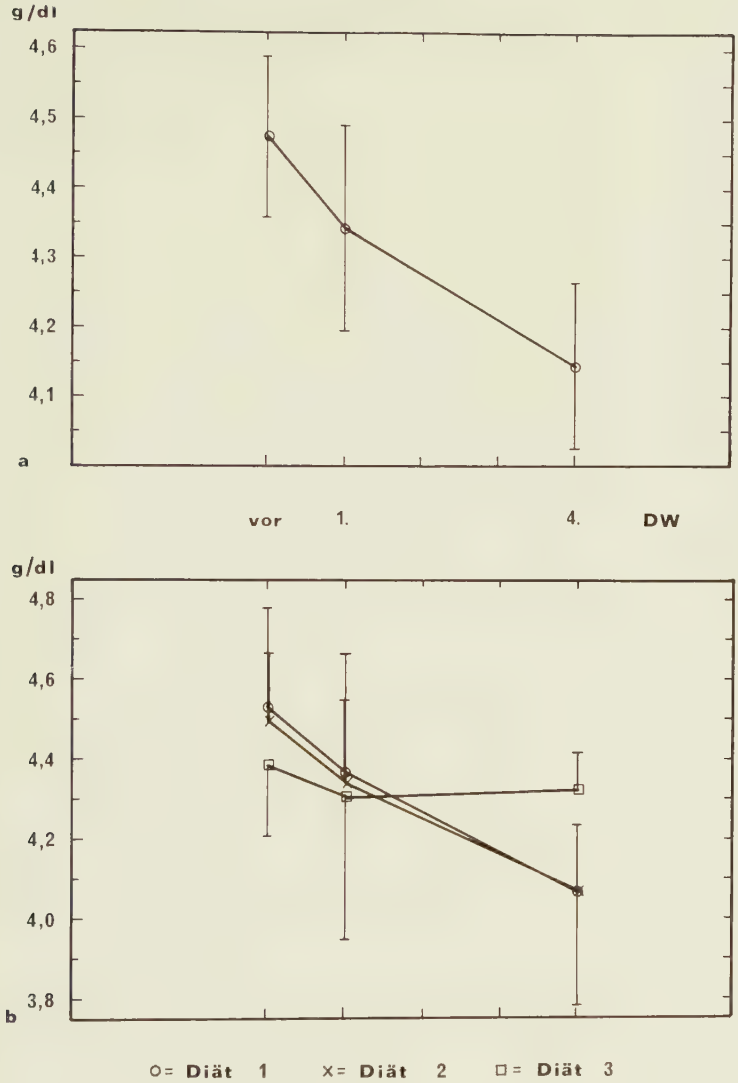


Abb. 42: Verhalten des Albumins (g/100 ml) im Plasma
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

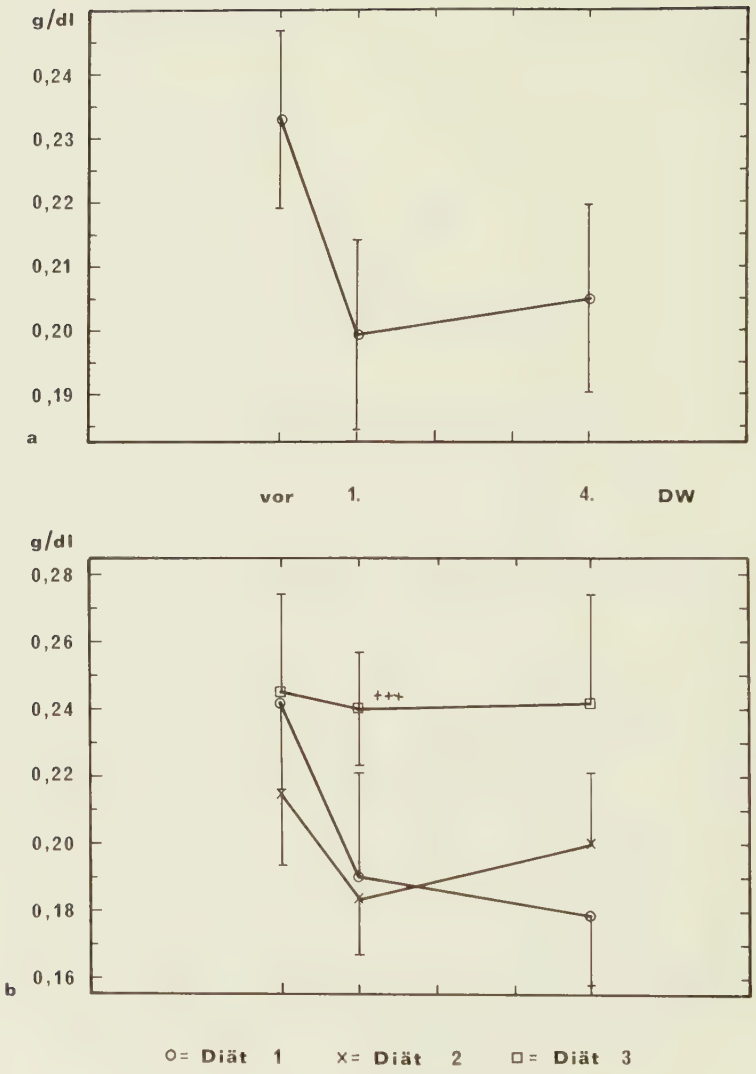


Abb. 43: Verhalten der α_1-Globuline (mg/100 ml) im Plasma
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

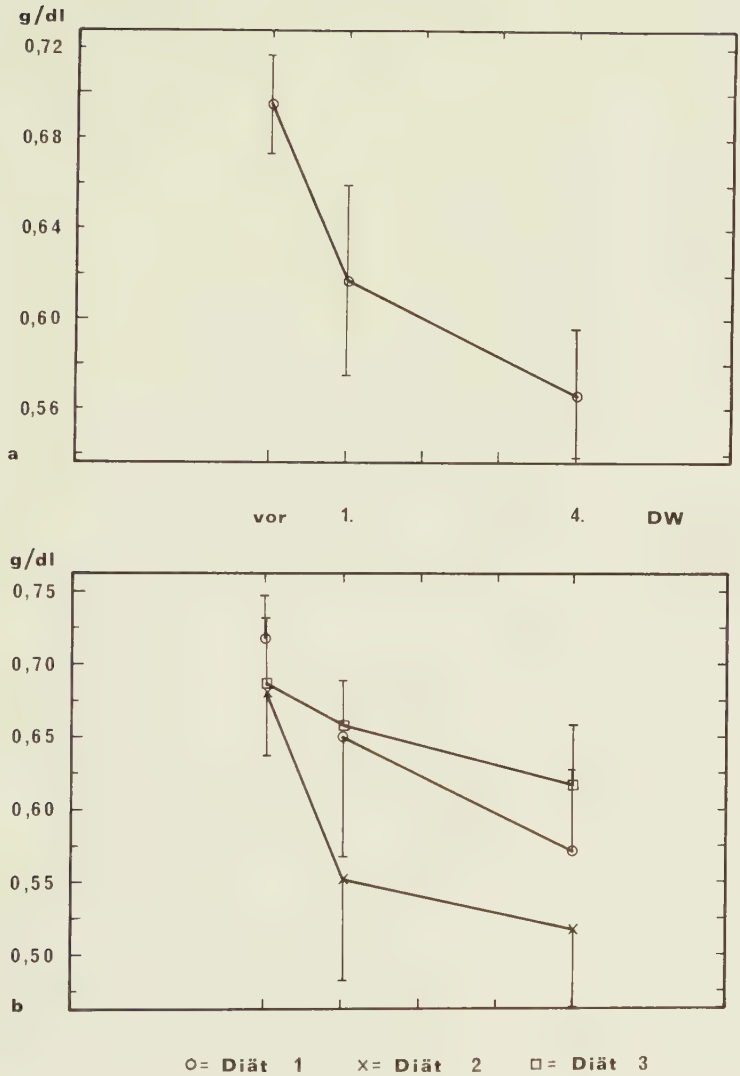


Abb. 44: Verhalten der α_2-Globuline (mg/100 ml) im Plasma
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

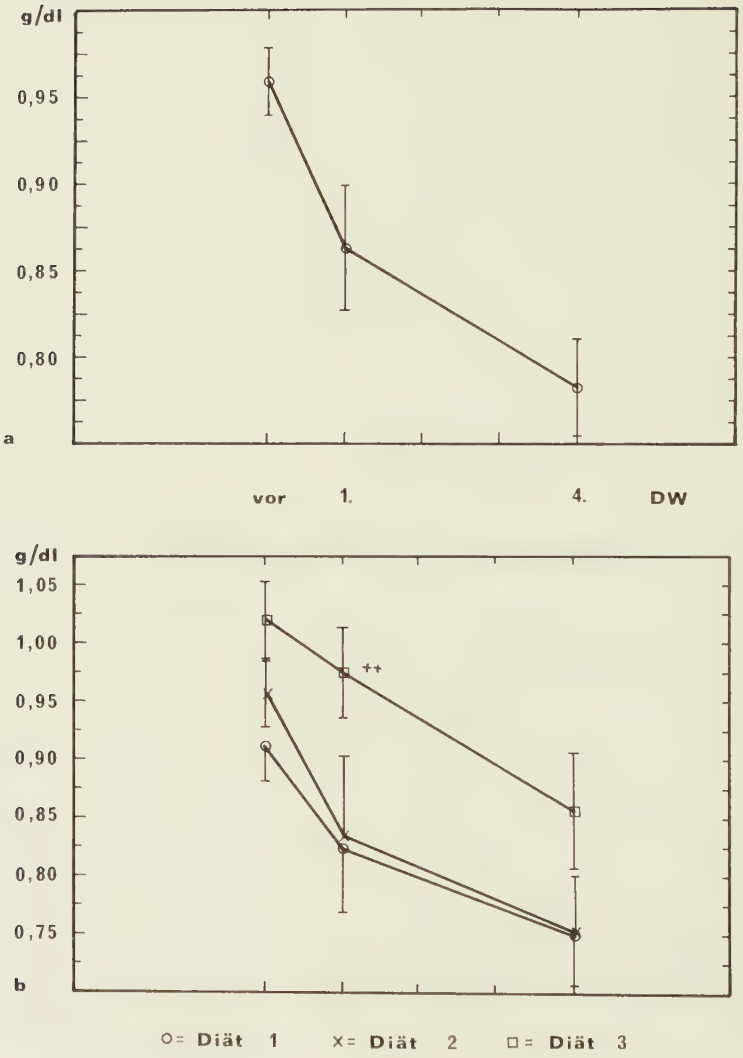


Abb. 45: Verhalten der ß-Globuline (mg/100 ml) im Plasma
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3

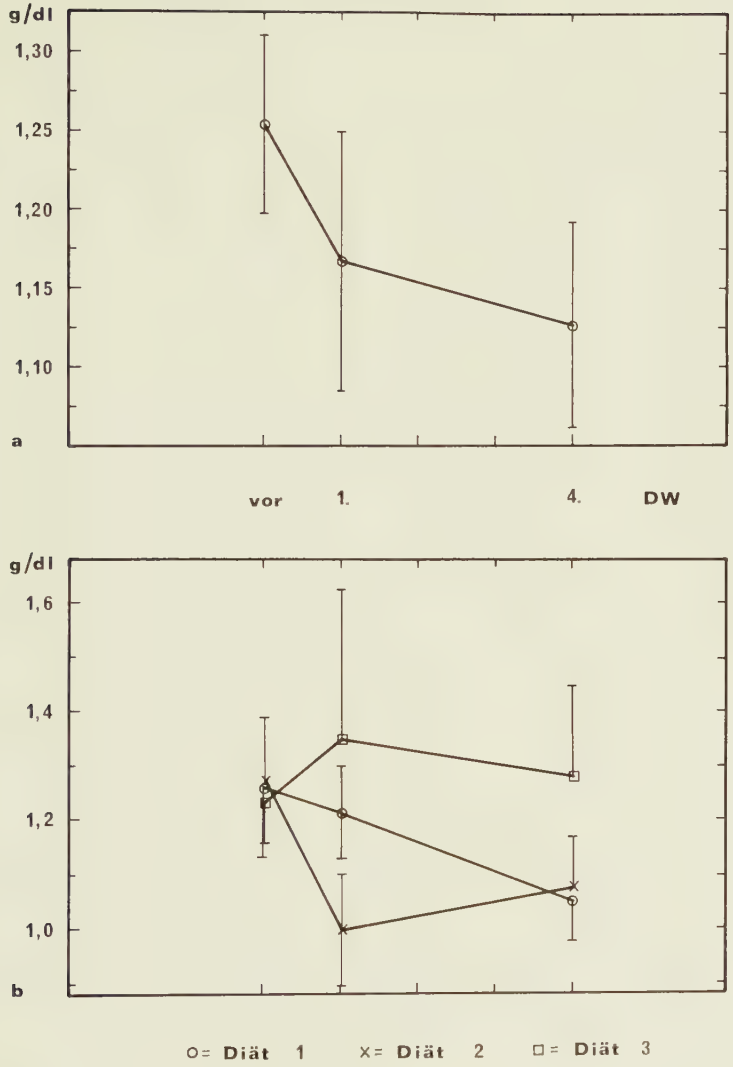


Abb. 46: Verhalten der γ-Globuline (mg/100 ml) im Plasma
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

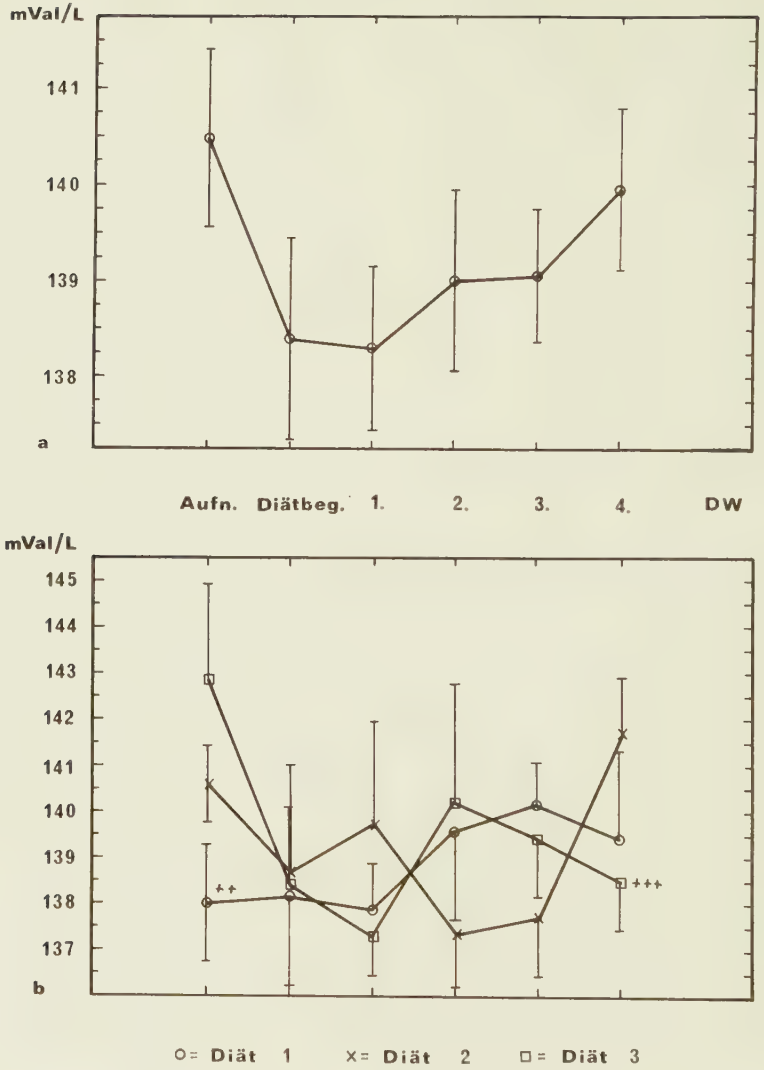


Abb. 47: Verhalten des Natriumspiegels (mVal/l) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen
++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 1/Diät 3
+++ = $p < 0,05$ zwischen Diät 2/Diät 3

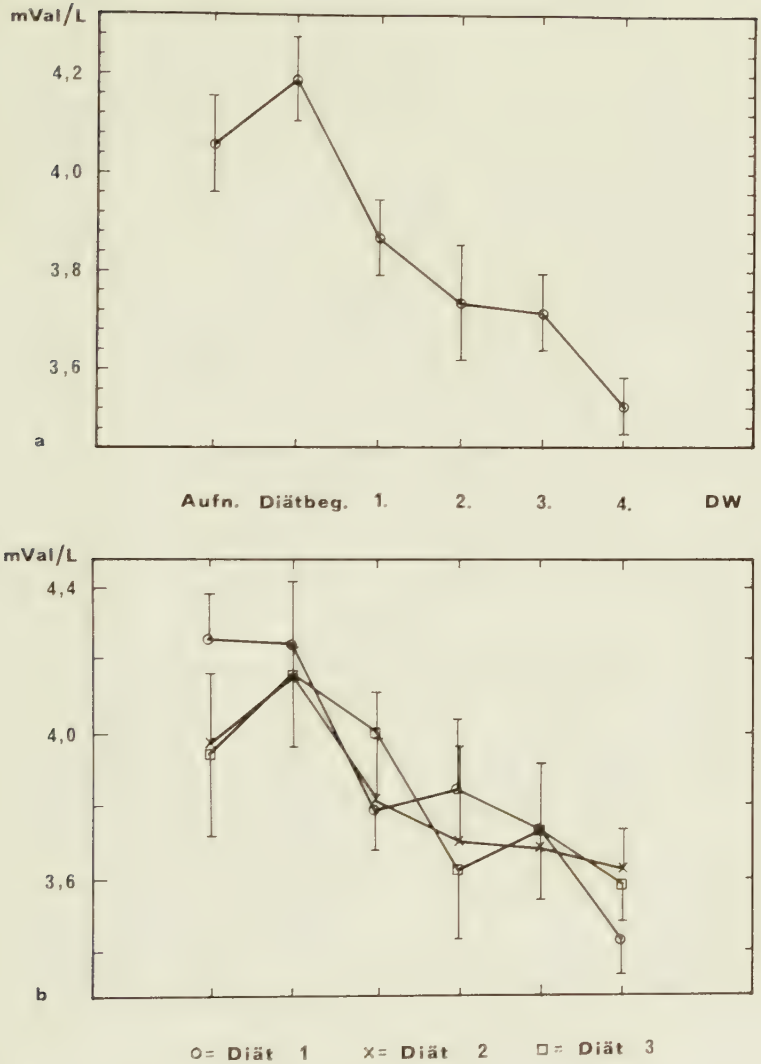


Abb. 48: Verhalten des Kaliumspiegels (mVal/l) im Serum
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

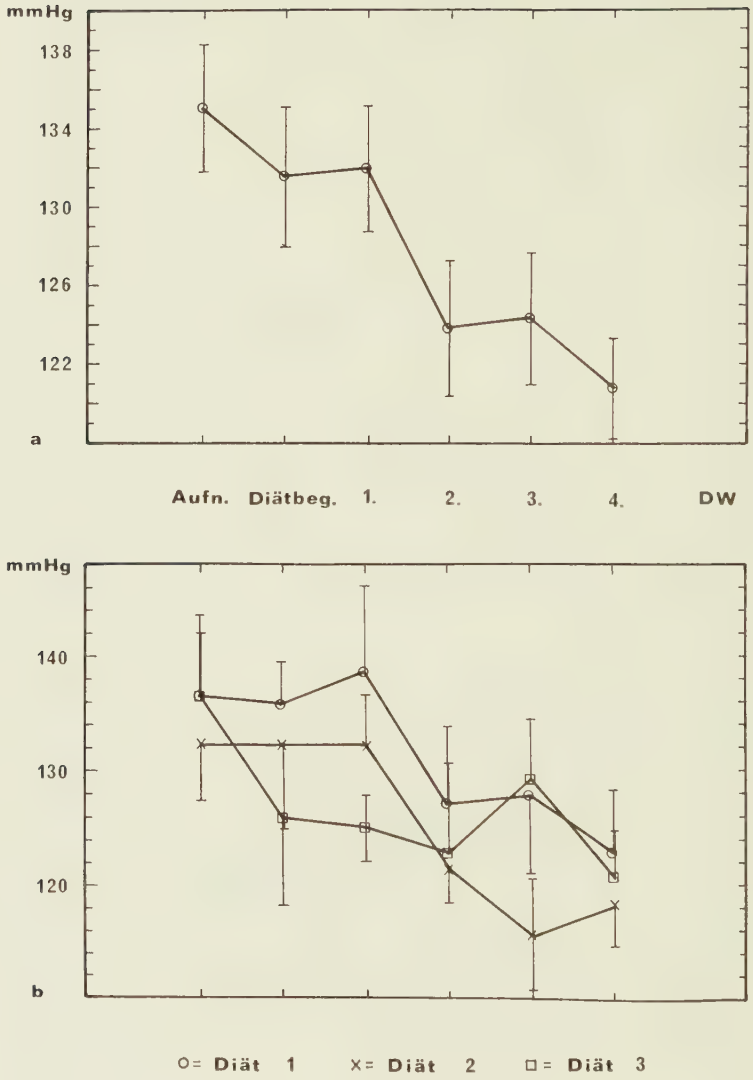


Abb. 49: Verhalten des systolischen Blutdrucks (mm Hg)
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

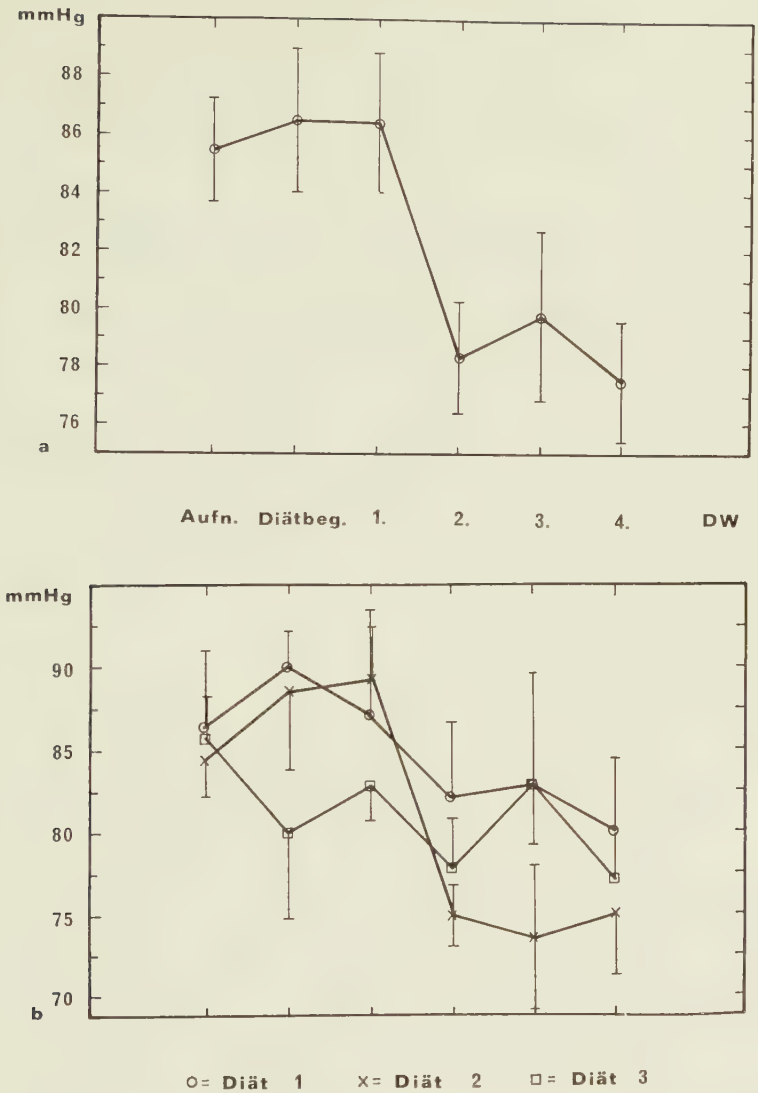


Abb. 50: Verhalten des diastolischen Blutdrucks (mm Hg)
a: dargestellt für das Gesamtkollektiv
b: dargestellt für die 3 verschiedenen Diätformen

Herrn Professor Dr.med. H. Kasper danke ich herzlich für die Überlassung des Themas.

Bei Herrn Priv.-Doz. Dr.med. U. Rabast möchte ich mich ebenso herzlich für die Anleitung und Beratung bei der Erarbeitung des experimentellen Teiles dieser Arbeit bedanken.

Den Ärzten, Schwestern und Pflegern der Stationen Morawitz und Volhard gilt mein Dank für das Verständnis und die Zusammenarbeit bei der Betreuung der Patienten.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Anderson, A.B.: Loss of weight in obese patients on submaintenance diets and the effect of variation in the ratio of carbohydrate to fat in the diet. Quart. J. Med. 13 (1944), 27

2. Aschoff, J., B. Günther, K. Kramer: Energiehaushalt und Temperaturregulation. Physiologie des Menschen, Band 2, Urban und Schwarzenberg 1971

3. Azar, G.J., W.L. Bloom: Similarities of carbohydrate deficiency and fasting. II. Ketones, nonesterified fatty acids and nitrogen excretion. Arch. Int. Med. 112 (1963), 338

4. Beatty, C.H., R.M. Bocek: Interrelation of carbohydrate and palmitate metabolism in skeletal muscle. Am. J. Physiol. 220 (1971), 1928

5. Bloom, W.L.: Inhibition of salt excretion by carbohydrates. Arch. Int. Med. 109 (1962), 80

6. Bloom, W.L., G.J. Azar: Similarities of carbohydrate deficiency and fasting. I. Weight loss, electrolyte excretion and fatigue. Arch. Int. Med. 112 (1963), 333

7. Bortz, W.M., A. Wroldson, P. Morris, B. Issekutz jun.: Fat, carbohydrate, salt and weight loss. Amer. J. Clin. Nutrit. 20 (1967), 1104

8. Bortz, W.M., P. Howat, W.L. Holmes: Fat, carbohydrate, salt and weight loss. Further studies. Amer. J. Clin. Nutrit. 21 (1968), 1291

9. Challoner, D., D. Steinberg: Effect of free fatty acid on the oxygen consumption of perfused rat heart. Am. J. Physiol. 210 (1966), 280

10. Documenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen. 7. Auflage, Basel 1968

11. Du Bois, E.F.: Basal metabolism in health and disease. Philadelphia, Lea u. Febiger ed. 1 (1924), 23

12. Flatt, J.P., G.L. Blackburn: The metabolic fuel regulatory system: implications for proteinsparing therapies during caloric deprivation and disease. Amer. J. Clin. Nutrit. 27 (1974), 175

13. Göschke, H., T. Lauffenburger: Aceton in der Atemluft und Ketone im Venenblut bei vollständigem Fasten normal- und übergewichtiger Personen. Res. Exp. Med. 165 (1975), 233

14. Gómez, F., E. Jéquier, V. Chabot, V. Büber, J.-P. Felber: Carbohydrate and lipid oxydation in normal human subjects: Its influence on glucose tolerance and insulin response to glucose. Metabolism 21 (1972), 381

15. Hamwi, G.J., M.C. Mitchell, R.G. Wieland, F.A. Kruger, S.S. Schachner: Sodium and potassium metabolism during starvation. Amer. J. Clin. Nutrit. 20 (1967), 897

16. Hanssen, P.: Treatment of obesity by a diet relatively poor in carbohydrates. Acta Med. Scand. 88 (1936), 97

17. Hood, E.A., J.M. Goodhart, R.F. Fletcher, J. Gloster, P.V. Bertrand, A.C. Crooke: Observations on obese patients eating isocaloric reducing diets with varying proportions of carbohydrate. Brit. J. Nutrit. 24 (1970), 39

18. Kasper, H., E. Plock: Das Verhalten des Körpergewichtes unter fettreicher kohlenhydratarmer Kost. Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 76 (1970), 817

19. Kasper, H., J. Schönborn, U. Rabast: Behavior of body weight under a low carbohydrate, high fat diet. Amer. J. Clin. Nutrit. 28 (1975), 800

20. Kasper, H.: Faecal fat excretion, diarrhea and subjective complaints with highly dosed oral fat intake. Digestion 3 (1970), 321

21. Kekwick, A., G.L.S. Pawan: Calorie intake in relation to body-weight changes in the obese. Lancet II (1956), 155

22. Kleiber, M.: The fire of life.
An introduction to animal energetics.
R.E. Krieger Publishing Company,
Huntington and New York 1975

23. Knick, B., H.U. Grebe: Diätetische Kohlenhydratrestriktion in der Behandlung der Fettsucht und der Fettleber.
Med. u. Ernährung 6 (1965), 233

24. Lecoqu, F.R., J.J. McPhaul jun.: The effects of starvation, high fat diets and ketone infusion on uric acid balance.
Metabolism 14 (1965), 186

25. Lehninger, A.C.: Bioenergetics the molecular basis of biological energy transformation.
W.A. Benjamin, Inc. Menlo Park, California 1971

26. Lewis, S.B., J.D. Wallin, J.P. Kane, J.E. Gerich: Effect of diet composition on metabolic adaptions to hypocaloric nutrition: Comparison of high carbohydrate and high fat isocaloric diets.
Amer. J. Clin. Nutrit. 30 (1977), 160

27. Lusk, G.: Animal calorimetry. Analysis of the oxidation of mixtures of carbohydrate and fat.
J. Biol. Chem. 59 (1924), 41

28. Masterson, J.P., H.E. Lewis, E.M. Widdowson: Food intakes, energy expenditures and faecal excretions of men on a polar expedition.
Brit. J. Nutrit. 11 (1957), 346

29. Moser, H., W. Stichler: Die Verwendung des Deuterium- und Sauerstoff-18-Gehaltes bei hydrologischen Untersuchungen.
Geologica Bavaria 64 (1971), 7

30. Murlin, J.R., A.C. Burton, W.M. Barrows jun.: The specific dynamic action of butter fat, and of superimposed sugar.
J. Nutrit. 12 (1936), 613

31. North, K.A.K., D. Lascelles, P. Coates: The mechanism by which sodium excretion is increased during a fast but reduced on subsequent carbohydrate feeding.
Clin. Sci. Mol. Med. 46 (1974), 423

32. Olesen, E.S., F. Quaade: Fatty foods and obesity.
Lancet I (1960), 1048

33. Oram, J.F., S.I. Bennetch, J.R. Neely: Regulation of fatty acid utilization in isolated perfused rat hearts.
J. Biol. Chem. 248 (1973), 5299

34. Pennington, A.W.: Treatment of obesity with calorically unrestricted diets.
J. Clin. Nutrit. 1 (1953), 343

35. Pfanzagl, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik.
Band 2, Berlin 1962

36. Pilkington, T.R.E., H. Gainsborough, V.M. Rosenoer, M. Carey: Diet and weight reduction in the obese.
Lancet I (1960), 856

37. Rabast, U., H. Kasper, J. Schönborn: Zur Frage der kohlenhydratarmen, relativ fettreichen Diät in der Adipositastherapie.
Med. Klin. 70 (1975), 653

38. Rabast, U., H. Kasper, J. Schönborn, G. Kassler: Adipositastherapie mit kohlenhydratreduzierten und kohlenhydratreichen isokalorischen Formuladiäten (vergleichende Untersuchungen).
Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 81 (1975), 1400

39. Rabast, U., H. Kasper, J. Schönborn: Kohlenhydratreduzierte, relativ fettreiche Diät.
Klinische Befunde.
Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 82 (1976), 1372

40. Rabast, U., H. Kasper, J. Schönborn: Obesity and low carbohydrate diets- comparative studies.
Nutrit. Metab. 20 (1976), 192

41. Rabast, U., H. Kasper, J. Schönborn: Untersuchungen an Adipösen unter kohlenhydratreicher, fettarmer bzw. kohlenhydratarmer, fettreicher isokalorischer Reduktionsdiät.
Ernährungsumschau 21 (1974), 339

42. Rabast, U., H. Kasper, J. Schönborn: Comparative studies in obese subjects under high-fat or high-carbohydrate isocaloric reducing diets.
Nutrit. Metab., in press

43. Reid, D.J.: Intravenous fat therapie. II. Changes in oxygen consumption and respiratory quotient. Brit. J. Surg. 54 (1967), 204

44. Runcie, J.: Urinary sodium and potassium excretion in fasting obese subjects. Brit. Med. J. 2 (1971), 22

45. Russell, G.F.M.: The effect of diets of different composition on weight loss, water and sodium balance in obese patients. Clin. Sci. 22 (1962), 269

46. Saudek, C.D., P.R. Boulter, R.F. Spark, R.A. Arky: Glucagon the natriuretic hormone of starvation. Clin. Res. 20 (1972), 556

47. Schloerb, P.R., B.J. Friis-Hansen, J.S. Edelmann, A.K. Solomon, F.D. Moore: The measurement of total body water in the human subject by deuterium oxide dilution. J. Clin. Invest. 29 (1950), 1296

48. Schönborn, J., V. Eyßelein, U. Rabast, H. Kasper: Vergleichende Untersuchungen des Stoffwechsels unter kohlenhydrat- und fettreicher Formuladiät. Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 80 (1974), 1224

49. Schönborn, J., E. Dadrich, U. Rabast, H. Kasper: Transport freier Fettsäuren und Energieumsatz unter hypo- und hyperkalorischen Formuladiäten. Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 81 (1975), 1402

50. Schönborn, J., V. Eyßelein, U. Rabast, H. Kasper: Kohlenhydratreduzierte, relativ fettreiche Diät. Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 82 (1976), 1364

51. Schürch, P.M., L.E. Feindegen, W. Hollmann: Das Verhalten der fettfreien Körpermassen bei dreiwöchiger isokalorischer kohlenhydratarmer Diät. Münch. Med. Wschr. 119 (1977), 359

52. Schürch, P.M., R. Rost, H. Heckers, K. Huth: Das Verhalten von Gesamtkalium und Hautfaltendicke bei einer isokalorischen fettreichen Diät. Med. Klin. 71 (1976), 1444

53. Seubert, W.: Regulation des Fettstoffwechsels. Symposium über kohlenhydratarme Ernährung. Schattauer Verlag GmbH 1973

54. Sims, E.A.H., E. Danforth jun., E.S. Horton, G.A. Bray, J.A. Glennon, L.B. Salans: Endocrine and metabolic effects of experimental obesity in man. Recent. Prog. Horm. Res. 29 (1973), 497

55. Smith, R., D.S. Fuller, J.H. Wedge, D.H. Williamson, K.G.G.M. Alberti: Initial effect of injury on ketone bodies and other blood metabolites. Lancet I (1975), 1

56. Solomon, A.R., J.S. Edelmann, S. Soloway: The use of the mass spectrometer to measure deuterium in body fluids. J. Clin. Invest. 29 (1950), 1311

57. Steinberg, D.: Fatty acid mobilization: mechanisms of regulation and metabolic consequences. Biochem. Soc. Proc. 24 (1963), 111

58. Turner, M.D., W.A. Neely, J.D. Hardy: Rapid determination of deuterium oxide in biological fluids. J. Appl. Physiol. 15 (1960), 309

59. Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 6. Auflage, Stuttgart 1967

60. Werner, S.C.: Comparison between weight reduction on a high-calorie, high-fat diet and on an isocaloric regimen high in carbohydrate. New Engl. J. Med. 252 (1955), 661

61. Wildenhoff, K.E.: The renal excretion of acetoacetate and 3-hydroxybutyrate during absolute fasting. Acta Med. Scand. 192 (1972), 475

62. Yang, M.-U., T.B. Van Itallie: Composition of weight lost during short-term weight reduction. J. Clin. Invest. 58 (1976), 722

63. Yoshimura, M., S. Hori, H. Yoshimura: Effect of high-fat diet on thermal acclimation with special reference to thyroid activity. Jap. J. Physiol. 22 (1972), 517

64. Young, C.M., S.S. Scanlan, H.S. Im, L. Lutwak: Effect on body composition and other parameters in obese young men of carbohydrate level of reduction diet. Amer. J. Clin. Nutrit. 24 (1971), 290

L e b e n s l a u f

Am 13.6.1953 wurde ich, Karl-Heinz Vornberger-Vogelhuber, als zweiter Sohn des Andreas Vornberger und seiner Frau Brigitte Vornberger, geb. Reisdorf, in Würzburg geboren.

Von 1959/60 bis 1962/63 besuchte ich vier Klassen der Goethe-Schule in Würzburg, wechselte anschließend auf das Siebold-Gymnasium Würzburg, wo ich 1972 die Reifeprüfung ablegte.

Zum WS 1972/73 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg, erarbeitete dort von Mai 1977 bis April 1978 den experimentellen Teil der vorliegenden Dissertation und beendete im Mai 1979 das Studium erfolgreich. Noch im gleichen Monat erhielt ich die Approbation als Arzt.

Im Juni 1979 übersiedelte ich nach Heilsbronn und heiratete am 31.8.1979 die Ärztin Elisabeth Vogelhuber. Seitdem führe ich den Familiennamen Vornberger-Vogelhuber.

Würzburg, den 26. November 1979

Karl-Heinz Vornberger-Vogelhuber